PRODUÇÃO DE MUDAS DE AÇAÍ: ANÁLISE DE SUBSTRATOS E POTENCIAL DE RESÍDUOS AGROINDUSTRIAIS

Hanna Ferreira de Souza[1], Julia Isabella de Matos Rodrigues [2], Marcos Alexandre Vieira Nascimento Filho[2], Vitória Luiza dos Passos[2], Walmer Bruno Rocha Martins[3], Francisco de Assis Oliveira[2]

[1]Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, Brasil
(hanna.agro.forest@gmail.com)
[2]Universidade Federal Rural da Amazônia, Belém, Brasil
[3]Universidade Federal Rural da Amazônia, Capitão Poço, Brasil

Resumo: O açaí (Euterpe sp.) tem grande importância socioeconômica e ambiental na Amazônia. Estudos (2019-2024) mostram que substratos orgânicos (esterco, casca de arroz carbonizada, caroço de açaí triturado) são preferidos por melhorar aeração, umidade e nutrição, com custo reduzido. Substratos comerciais são menos usados. Resíduos locais são alternativas sustentáveis, mas pesquisas devem ampliar misturas otimizadas para fortalecer a produção de mudas na região.

Palavras-chave: manejo florestal; nutrição de plantas; sustentabilidade; Amazônia

INTRODUÇÃO

O açaí (*Euterpe oleracea* Mart.), entre os produtos florestais não madeireiros, desempenha função essencial na Amazônia, servindo tanto como fonte de subsistência quanto de alimentação. Portanto, caracteriza-se como fundamental para a manutenção de inúmeras famílias que dependem do extrativismo florestal. Recursos como óleos essenciais, frutos, sementes, fibras e ervas medicinais, disponíveis nas florestas tropicais, representam alternativas não apenas para fortalecimento da renda das comunidades extrativistas, mas também para a conservação dos ecossistemas florestais que são manejados sustentavelmente (VALIANTE; SIENA, 2008).

Além disso, a espécie desempenha grande relevância socioeconômica e cultural para a Amazônia, sendo o Pará o principal produtor nacional, seguido pelo Amazonas (BRASIL, 2017; IBGE, 2020). Segundo dados levantados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, em 2023, o Brasil alcançou 1,7 milhão toneladas na produção de açaí, gerando R$ 8,05 bilhões em receita (IBGE, 2023).).

Originalmente consumido como alimento básico na região Norte, o açaí expandiu-se para outras áreas do Brasil e do mundo, impulsionado por sua valorização nutricional e pela crescente demanda (TAGORE; CANTO; SOBRINHO, 2018). Essa expansão exige técnicas eficientes de produção, especialmente na fase de mudas, onde a escolha do substrato adequado é determinante para o sucesso da cultura (KÄMPF, 2000).

Logo, surge a importância dos substratos para o uso na produção de mudas e, consequentemente, manutenção da cultura do açaí. Substratos ideais devem garantir suporte físico, retenção hídrica, aeração e disponibilidade de nutrientes, influenciando diretamente a germinação uniforme e o vigor das mudas (FERMINO; KAMPF, 2012). No entanto, a escassez e o alto custo de substratos comerciais limitam seu acesso por pequenos produtores, particularmente nas regiões Norte e Nordeste.

Como alternativa, resíduos agroindustriais, como o caroço de açaí, que corresponde a 80% do fruto processado, estão sendo estudados por seu potencial como substrato de baixo custo (CASTRO et al., 2017). Esse material apresenta características físico-químicas favoráveis, incluindo teores de lignina (25,1%), celulose (46,2%) e minerais como potássio, cálcio e silício, que promovem o desenvolvimento adequado de mudas em altura, diâmetro do caule e número de folhas (ARAÚJO et al., 2023).

Além de reduzir custos, a utilização de resíduos agrega valor à subprodutos antes desprezados, alinhando-se à sustentabilidade da cadeia produtiva (FERMINO; KAMPF, 2012). Entretanto, existem problemáticas persistentes acerca de formulações ideais para diferentes espécies de açaizeiro. Diante desse cenário, esta revisão objetiva analisar substratos utilizados na produção de mudas de açaí, destacando alternativas acessíveis que visem a otimização, a germinação e a redução de custos, sem comprometer a qualidade das plantas.

MATERIAL E MÉTODOS

Para revisão sistemática, foi adotado um protocolo baseado nas diretrizes PRISMA (Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses) de acordo com Page et al. (2021). A estratégia de busca

para a coleta de dados foi conduzida em três etapas: a) seleção das bases de dados; b) filtros de pesquisa para seleção de artigos; c) extração de informações dos artigos selecionados e análise de dados. Utilizou-se a base de dados do Google Scholar (https://scholar.google.com) para a busca dos artigos, visto que esta dispõe de um amplo número de periódicos científicos. Nesta plataforma, as palavras-chave foram nos idiomas português e inglês para expandir os resultados da busca.

Os filtros de pesquisa aplicados foram relacionados à publicação, o ano de publicação e a temática do trabalho. Nesse sentido foram revisados, apenas artigos científicos publicados em periódicos científicos revisados por pares entre os anos de 2019 e 2024, excluindo teses, dissertações, relatórios técnicos e resumos de congressos e artigos duplicados ou que não estivessem disponíveis em texto completo.

Além disso, obrigatoriamente o estudo deveria estar relacionado à produção de mudas da espécie selecionada, independentemente da finalidade. Artigos que abordavam a produção de mudas, porém não especificavam o substrato utilizado, não foram contabilizados.

De cada artigo selecionado extraiu-se, em software de planilha Microsoft Excel, informações sobre ano de publicação, e os substratos utilizados. Adicionalmente, os substratos foram classificados em mineral, orgânico ou organomineral dependendo da composição, ou origem do material utilizado. Em seguida, uma análise crítica na literatura publicada permitiu avaliar os aspectos físicos, químicos e biológicos dos substratos mais usados. As metodologias utilizadas no trabalho para atingir os objetivos propostos deverão ser explicadas sucintamente.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No total, 26 trabalhos foram selecionados, sendo que os anos com o maior número de publicações foram 2020 (n = 6) e 2023 (n = 6) (Figura 1). No ano de 2022, observou-se o menor número de artigos publicados (n = 2, Figura 1). Estudos relacionados ao açaí têm um forte impacto por conta do interesse econômico, da demanda de mercado e da facilidade de adaptação das espécies às condições de cultivo.

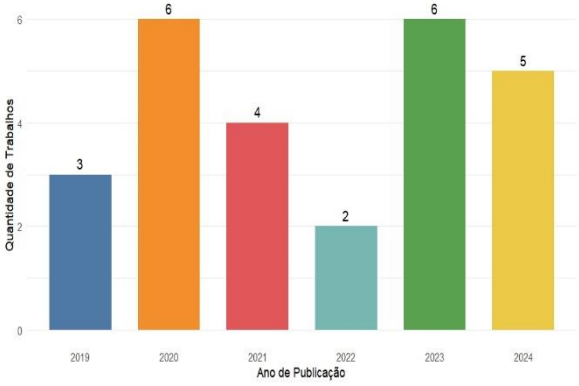


Figura 1. Número de trabalhos publicados por ano sobre produção de mudas de açaí.

O açaí é uma das principais espécies da região, com uma crescente demanda tanto no mercado nacional quanto internacional (TEIXEIRA et al. 2024). O que justifica estudos sobre a produção de mudas desta espécie. A popularidade da espécie como alimento funcional e a expansão das áreas de cultivo para atender à alta procura de produtos derivados, como polpa e vinho de açaí, são fatores que podem explicar o maior investimento em pesquisas sobre técnicas de cultivo e otimização de substratos.

Nos 26 trabalhos compilados, utilizou-se 38 tipos diferentes de substratos e 57 substratos no total, oriundos de 38 matérias-primas (Tabela 1), indicando que a variedade de substratos é elevada o que faz com que os resultados das pesquisas possuam uma alta diversidade, dando cada vez mais opções para os produtores da cultura.

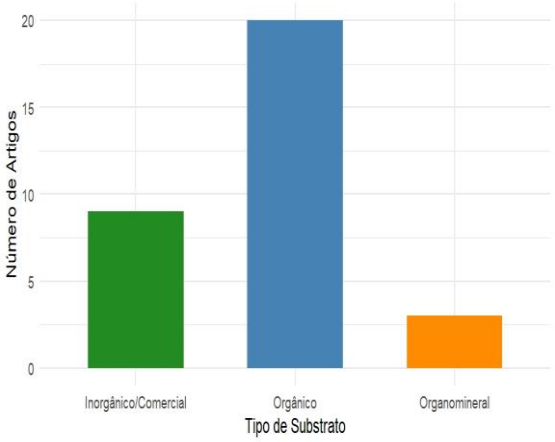


Figura 2. Número de artigos e a quantidade de substratos utilizados.

Os substratos orgânicos e organominerais foram os mais utilizados, o que reflete uma tendência das pesquisas em usar materiais amplamente disponíveis e de baixo custo. O uso de esterco, por exemplo, é frequentemente investigado em diversos estudos, pois oferece elevado valor nutricional, baixo custo e fácil acesso (LIU et al., 2020). A palha de arroz, subproduto agrícola comum, também surge como alternativa econômica e sustentável, com múltiplas aplicações (SILVA et al., 2020a). Além disso, substratos orgânicos apresentam propriedades físicas favoráveis ao desenvolvimento inicial das plântulas (PINEDA et al., 2020). Esses materiais possuem estrutura porosa, proporcionando boa aeração, facilitando a respiração radicular e prevenindo o apodrecimento. A casca de arroz, por exemplo, é leve e altamente porosa, favorecendo a respiração das raízes e evitando a compactação, enquanto mantém um nível adequado de

umidade sem causar encharcamento (SILVA et al., 2020a).

No aspecto químico, esses substratos enriquecem o crescimento das mudas por serem naturalmente ricos em nutrientes essenciais como nitrogênio, potássio e fosforo além de cálcio, magnésio, enxofre alguns micronutrientes que são liberados gradualmente por meio da mineralização da matéria orgânica (AKHILA e ENTOORI, 2022). Além disso, apresentam pH em faixas favoráveis para a absorção de nutrientes, como a casca de arroz carbonizada, com pH levemente alcalino (KANG et al., 2023), e o húmus de minhoca, com pH próximo à neutralidade, ideal para a maioria das espécies (DESIE et al., 2020). A atividade microbiana é intensa nesses substratos, pois servem como fonte de alimento para microrganismos decompositores e mineralizadores (MALEWSKI et al., 2022). A presença de fungos micorrízicos contribui para a absorção eficiente de nutrientes e proteção das plantas contra patógenos (Rodríguez-RODRÍGUEZ et al., 2021). Essa intensa atividade biológica também favorece a estruturação do substrato, promovendo maior agregação de partículas e retenção de água.

Já os substratos organominerais integram as vantagens da matéria orgânica com fertilizantes minerais, proporcionando multifuncionalidade, pois mantêm uma boa estrutura física e asseguram aporte nutricional. A adição de minerais permite ajustar o pH para faixas ideais (5,5 a 6,5), favorecendo a disponibilidade de nutrientes (TAIZ et al., 2017). Somado a isso, oferecem nutrição mais controlada e gradual, beneficiando espécies com alta demanda de nutrientes ao longo do desenvolvimento como é o caso das hortaliças como tomate, morango, pimentão e alface. A combinação de componentes orgânicos e minerais promove maior estabilidade química, embora a biodiversidade microbiana seja inferior à de substratos puramente orgânicos. No entanto, ainda retêm parte da atividade biológica proveniente da matéria orgânica, o que os torna adequados para cultivos que necessitam de suporte físico e fornecimento de nutrientes de maneira equilibrada (BRITO et al., 2024).

Substratos comerciais, como os compostos à base de perlita e vermiculita, oferecem controle rigoroso sobre a proporção de ingredientes. Do ponto de vista físico, garantem características padronizadas de porosidade e capacidade de retenção de água (DONG et al., 2021). Sua composição nutricional é precisa e estável, apresentando menor variação ao longo do tempo, o que permite maior controle das condições de cultivo. Contudo, geralmente requerem suplementação nutricional (CORREA et al., 2020). Embora apresentem menor diversidade microbiana em comparação com substratos orgânicos, o que os torna dependentes de inoculação com microrganismos externos, sua baixa quantidade de matéria orgânica reduz os riscos de contaminação (BRESSANIN et al., 2022).

CONCLUSÃO

A produção de mudas de açaí exige substratos que equilibrem propriedades físicas, químicas e biológicas, promovendo o crescimento saudável das plantas e a sustentabilidade da cultura. A revisão da literatura indica preferência por substratos orgânicos e organominerais, como esterco, casca de arroz carbonizada e caroço de açaí triturado, devido ao baixo custo, disponibilidade e melhoria do solo. O uso de resíduos agroindustriais destaca-se como solução viável para a sustentabilidade e a economia circular. Diante disso, recomenda-se pesquisas adicionais sobre misturas de substratos, adaptadas às necessidades fisiológicas do açaí e às condições da Amazônia. Essas estratégias podem reduzir custos, melhorar a produtividade e fortalecer a bioeconomia amazônica, aliando a conservação dos recursos naturais com a produção de mudas de qualidade.

REFERÊNCIAS

AKHILA, A.; ENTOORI, K. Role of earthworms in soil fertility and its impact on agriculture: a review. International Journal of Fauna and Biological Studies, v. 9, p. 55–63, 2022.

ALMEIDA, D. de; FREITAS, M. S. M.; ARVALHO, A. J. C. de C.; et al. Mycorrhizal fungi and phosphate fertilization in the production of Euterpe edulis seedlings. Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCuyo, v. 53, p. 109–118, 2021.

AMARAL, G. C.; PEZZOPANE, J. E. M.; DE SOUZA NÓIA JÚNIOR, R.; et al. Climate change and the growth of Amazonian species seedlings: an ecophysiological approach to Euterpe oleracea. New Forests, v. 54, p. 269–287, 2023.

ARAÚJO, C. S. de; LUNZ, A. M. P.; SANTOS, V. B. dos; et al. Use of agro-industry residues as substrate for the production of Euterpe precatoria seedlings. Pesquisa Agropecuária Tropical, v. 50, 2020.

ARAÚJO J. M. et al. Production of açaí seedlings under different shade levels and controlled release fertilizer. Revista de Agricultura Neotropical, v. 10, n. 3, p. e7325, 2023.

ARAÚJO, J. M. de; ANDRADE NETO, R. C.; ALMEIDA, U. O. de; et al. Production of açaí seedlings under different shade levels and controlled release fertilizer. Revista Agricultura Neotropical, v. 10, e7325, 2023.

ARAÚJO, J. C.; BANDEIRA RUFINO, C. P.; DE CARVALHO ANDRADE NETO, R.; et al. Adubação nitrogenada e fosfatada na produção e no crescimento de mudas de Euterpe precatoria Mart. Scientia Plena, v. 20, 2024.

AZEVEDO, G. A.; COSTA, C. A.; SILVA-MATOS, R. R. S. da; et al. Esterco bovino como substrato alternativo na produção de mudas de açaí cultivar

BRS-Pará. Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável, v. 11, 2021.

BRITO, W. R. de O.; OLIVEIRA, C. N. de M.; MORAES, R. P. Utilização de substrato preparado com compostagem para produção de mudas: uma revisão sistemática de literatura. Revista JRG de Estudos Acadêmicos, v. 7, e141009, 2024.

BRESSANIN, L. A.; DINIZ, A. A. M.; DE SOUZA, K. R. D.; et al. Diazotrophic bacteria improve Hymenaea courbaril seedlings growth and survival in iron mine tailings. Journal of Environmental Management, v. 321, p. 115985, 2022.

BUTZKE, A. U. de; BRITO, R. S. de; ANDRADE NETO, R. de C.; et al. Produção de mudas de açaizeiro solteiro submetidas a doses de nitrogênio e potássio. Revista Agronegócio e Meio Ambiente, v. 10, e7316, 2023.

CAMPOS, T. S.; PATRÍCIO, M. P.; VIEIRA, G. R.; et al. Rhizobacteria in growth and quality of açaí seedlings. Ornamental Horticulture, v. 29, p. 208–215, 2023.

SILVA R. S.; OLIVEIRA A. R. S.; GAMA J. S. N. Utilização de caroços triturados para produção de mudas de açaí (Euterpe oleracea Mart.). MAGISTRA, v. 34, 2024.

CASTRO, G. L. S.; RÊGO, M. C. F.; SILVESTRE, W. V. D.; et al. Açaí palm seedling growth promotion by rhizobacteria inoculation. Brazilian Journal of Microbiology, v. 51, p. 205–216, 2020.

CORREA, G. P. A.; CORREA, L. A.; ALMEIDA, A. A. da S.; ALMEIDA, J. C. R. de. Use of a water-retaining polymer in the cultivation substrate of palmito-juçara (Euterpe edulis Mart.). Ambiente e Agua - An Interdisciplinary Journal of Applied Science, v. 15, p. 1, 2020.

DESIE, E.; VAN MEERBEEK, K.; DE WANDELER, H.; et al. Positive feedback loop between earthworms, humus form and soil pH reinforces earthworm abundance in European forests. Functional Ecology, v. 34, p. 2598–2610, 2020.

DOURADO, N. de S.; GOMES, N. S. B.; ANDRADE NETO, R. de C.; et al. Efeito do sombreamento, fertilizante e estádio de plântula no crescimento de mudas de açaí (Euterpe precatoria Mart.). Caderno Pedagógico, v. 21, e3934, 2024.

FEITOSA, D. de L.; SILVA, G. L. da; FERREIRA, A. L.; BARBOSA, D. R. e S. Emergence and initial growth of açaí palm under different light levels after seed dormancy breaking treatments. Research, Society and Development, v. 11, e593111537515, 2022.

FERMINO, M. H.; KÄMPF, A. N. Densidade de substratos dependendo dos métodos de análise e níveis de umidade. Horticultura Brasileira, v. 30, p. 75–79, 2012.

FERREIRA, C. D.; SILVA-CARDOSO, I. M. de A.; FERREIRA, J. C. B.; et al. Morphostructural and histochemical dynamics of Euterpe precatoria (Arecaceae) germination. Journal of Plant Research, v. 133, p. 693–713, 2020.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE). Produção Agrícola Municipal: lavouras permanentes 2023. Rio de Janeiro: IBGE, 2024.

KÄMPF, A. N. Produção comercial de plantas ornamentais. Guaíba: Agropecuária, 2000. 254 p.

KANG, Y.-G.; LEE, J.-H.; LEE, J.-Y.; et al. Effect of pyrolysis conditions on chemical properties of carbonized rice husks for efficient NH_4^+ adsorption. Applied Biological Chemistry, v. 66, p. 45, 2023.

LIU, T.; WANG, M.; AWASTHI, M. K.; et al. Measurement of cow manure compost toxicity and maturity based on weed seed germination. Journal of Cleaner Production, v. 245, p. 118894, 2020.

MALEWSKI, T.; BOROWIK, P.; OLEJARSKI, I.; et al. Mycobiome of post-agricultural soils 20 years after application of organic substrates and planting of pine seedlings. Forests, v. 14, p. 36, 2022.

MENDONÇA, M. de S.; MELO, W. J. de; MELO, G. M. P. de; et al. Açaí seed biochar improves soil quality and black pepper seedling development in the Amazon region. Journal of Environmental Management, v. 367, p. 121752, 2024.

NASCIMENTO, J. N. S.; FERREIRA, C. P.; SOUSA, L. H. S.; et al. Experimento para produção de mudas de paricá (Schizolobium amazonicum), fava arara (Parkia multijuga) e açaí (Euterpe oleracea), no município de Itaituba em diferentes substratos. Brazilian Journal of Development, v. 5, p. 16817–16840, 2019.

NAVEGANTES, P. C. A.; LOPES FILHO, W. R. L.; RODRIGUES, F. H. S.; et al. Leaf gas exchange and water relations in two assai cultivars submitted to water-deficit. Revista Brasileira de Fruticultura, v. 46, 2024.

OLIVEIRA, P. S.; CARNEIRO, C. A.; PEREIRA, R. Y.; et al. Produção de mudas de açaizeiro em substratos à base de caule decomposto de babaçu. Agrar Acadêmico, v. 6, 2019.

OLIVEIRA, P. S. T. de; PEREIRA, R. Y. F.; MORAIS, S. F.; et al. Crescimento das mudas de açaí sob a aplicação de substância húmica. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 11, p. 123–130, 2020.

OLIVEIRA, A. B.; SOUZA, J. L. da C.; VIERA, M. do C.; et al. Desenvolvimento de mudas de açaí em diferentes tipos de substrato. Research, Society and Development, v. 10, e387101219327, 2021.

PAGE, M. J.; McKENZIE, J. E.; BOSSUYT, P. M.; et al. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. BMJ, n. 71, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1136/bmj.n71.

PAIXÃO, M. V. S.; JUNIOR, H. P. de F.; SANTOS, E. F.; et al. Substratos na emergência e desenvolvimento inicial de plântulas da palmeira açaí.

Brazilian Journal of Animal and Environmental Research, v. 2, p. 967–974, 2019.

PEREIRA, N. de L.; NEIMOG, W. S.; RAMIREZ, G. L.; et al. Os estercos de animais influenciam o desenvolvimento de mudas de açaí? Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 13, 2022.

PINEDA, J. P.; MORENO ROBLERO, M. de J.; COLINAS LEÓN, M. T.; SAHAGÚN CASTELLANOS, J. El oxígeno en la zona radical y su efecto en las plantas. Revista Mexicana de Ciencias Agrícolas, v. 11, p. 931–943, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.29312/remexca.v11i4.2128.

RODRÍGUEZ-RODRÍGUEZ, R. M.; GUIMARÃES, A. A.; DE CASTRO, J. L.; et al. Rhizobia and endophytic bacteria isolated from rainforest fragments within an iron ore mining site of the Eastern Brazilian Amazon. Brazilian Journal of Microbiology, v. 52, p. 1461–1474, 2021. Disponível em: https://doi.org/10.1007/s42770-021-00524-0.

SILVA, R. S. da; RIBEIRO, A.; SIMÕES, J. Utilização de caroços triturados para produção de mudas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). *Magistra*, v. 34, 2024.

SILVA, M. T. da; MARTINAZZO, R.; SILVA, S. D. A.; et al. Innovative substrates for sugarcane seedling production: sewage sludges and rice husk ash in a waste-to-product strategy. Industrial Crops and Products, v. 157, p. 112812, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.1016/j.indcrop.2020.112812.

SOUSA, M. de O.; MATOS, R. R. S. da S.; CARDOSO, J. P. S.; et al. Bagana de carnaúba como substrato na produção de mudas de açaí cultivar BRS-Pará. Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais, v. 11, p. 113–122, 2020. Disponível em: https://doi.org/10.6008/CBPC2179-6858.2020.005.0012.

SOUZA, A. M. B.; CAMPOS, T. S.; FERREIRA, K. B.; et al. Initial growth and quality of jussara palm seedlings cultivated in biosolid-based substrates. Agronomy Science and Biotechnology, v. 9, p. 1–12, 2023. Disponível em: https://doi.org/10.33158/ASB.r195.v9.2023.

TAGORE, M. P. B.; CANTO, O.; SOBRINHO, M. V. Políticas públicas e riscos ambientais em áreas de várzea na Amazônia: o caso do PRONAF para produção do açaí. Desenvolvimento e Meio Ambiente, v. 45, n. 1, p. 194–214, 2018.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. Fisiologia e desenvolvimento vegetal. 6. ed. Porto Alegre: Artmed, 2017.

TEIXEIRA, B.; TEIXEIRA, G.; DARNET, E.; et al. A review of the genus Euterpe: botanical and genetic aspects of açaí, the purple gold of the Amazon. Botanical Journal of the Linnean Society, 2024. boae060. Disponível em: https://doi.org/10.1093/botlinnean/boae060.

VALIANTE, J. O.; SIENA, O. A sustentabilidade da produção extrativa da RESEX do Rio Ouro Preto (RO). 2008. Dissertação (Mestrado em Meio Ambiente) – Programa de Pós-Graduação em Meio Ambiente, Universidade Federal de Rondônia, Porto Velho, 2008.