



Universidade Federal do Maranhão - UFMA
Centro de Ciências de Chapadinha - CCCh
Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais – PPGCAM

Genética da conservação de plantas da Amazônia: uma abordagem cienciométrica

Pós-Graduando: Joellyson Lucas da Conceição dos Santos
Orientador: Prof. Dr. Wellington Ferreira do Nascimento

Dissertação apresentada para obtenção do título de Mestre em Ciências Ambientais do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais do Centro de Ciências de Chapadinha da Universidade Federal do Maranhão.

Chapadinha - MA
2023

Joellyson Lucas da Conceição dos Santos

Genética da conservação de plantas da Amazônia: uma abordagem cienciométrica

Banca examinadora:

Prof. Dr. Wellington Ferreira do Nascimento
(Orientador)

Profa. Dra. Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos
(Examinadora interno)

Prof. Dr. Marcos Vinícius Bohrer Monteiro Siqueira
(Examinador externo)

**Chapadinha - MA
2023**

Ficha gerada por meio do SIGAA/Biblioteca com dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Diretoria Integrada de Bibliotecas/UFMA

da Conceição dos Santos, Joellyson Lucas
Genética da conservação de plantas da Amazônia : uma
abordagem cienciométrica / Joellyson Lucas da Conceição dos
Santos. - 2023.
58 p.

Orientador (a) : Wellington Ferreira do Nascimento.
Dissertação (Mestrado) - Programa de Pós-graduação em
Ciências Ambientais/CCCh, Universidade Federal do Maranhão,
Chapadinha, 2023.

1. Diversidade genética. 2. Frutas amazônicas. 3.
Recursos genéticos vegetais. I. Ferreira do Nascimento,
Wellington. II. Título.

DEDICATÓRIA

A Deus, ao Cosmo ou a Divindade Superior responsável pela criação, por me manter firme no propósito acadêmico e me confortar nos momentos que pensei em desistir, pois sem uma força superior não seria possível caminhar mesmo em meio a tropeços e dificuldades.

A minha Avó, minha Mãe e a minha Esposa por me fornecerem o suporte emocional e financeiro para poder me manter tranquilo e subsidiar as necessidades básicas. E que mesmo em meio aos meus momentos de tropeços me ergueram e mostraram que eu posso ser amado independente do contexto.

Aos meus amigos (não vou colocar nomes para não gerar intrigas) que conheci no “decorrer da vida” e os que conheci no meu atual trabalho, por me apoiarem e sempre dizerem que ao fim eu posso estar melhor do que no início, me acompanhar nos momentos de distração regrados a piadas para não sucumbir em meio ao caos da mente.

Ao meu amigo e companheiro de pesquisa João, que compartilhou dos bons e maus momentos durante todo o processo de pesquisa, me deu suporte intelectual e emocional.

Ao café que me manteve acordado, a cerveja que me fazia dormir e a minha *playlist* que me fez chorar e/ou sorrir.

AGRADECIMENTOS

Minha gratidão ao Centro de Ciências de Chapadinha – CCCh da Universidade Estadual do Maranhão – UFMA, a coordenação e corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais - PPGCAM pelo suporte no meu desenvolvimento como acadêmico.

Agradecimento especial ao meu orientador Wellington Nascimento, que se fez paciente e forneceu todo o acompanhamento necessário para que a pesquisa e a produção deste trabalho ocorressem. Pela atitude de orientador e conselheiro nos momentos devidos, pela pizza, café e bombom.

Aos meus colegas de turma que sempre mostraram companheirismo nas atividades do programa e apoio nas atividades individuais de cada um, pelos momentos de descontração, mesmo que *online*.

Aos responsáveis pela limpeza e segurança do prédio do Finep, por sempre me cumprimentarem e agir com cortesia.

E aqueles que me forneceram hospedagem nos dias que tive que me dirigir a cidade onde o Centro está localizado.

“De todos os paradoxos da Amazônia, o mais espantoso é o manto de silêncio e de ignorância que a envolve”.

Robert Goodland e Howard Irwin (1975)

SUMÁRIO

CAPÍTULO I	6
1.1 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	6
1.1.1 Aspectos gerais e edafoclimáticos da Amazônia	6
1.1.2 Espécies de plantas da Amazônia	8
1.1.3 Contribuição da genética para a conservação de espécies de plantas	10
1.1.4 Principais tipos de marcadores utilizados em estudos de genética da conservação de plantas.....	12
1.1.5 A abordagem cienciométrica na análise de produções científicas	17
1.2 OBJETIVOS	19
1.2.1 Geral	19
1.2.2 Específicos	19
1.3 REFERÊNCIAS	19
CAPÍTULO II	28
2.1 INTRODUÇÃO	30
2.2 MATERIAIS E MÉTODOS	32
2.2.1 Levantamento de dados e variáveis	32
2.2.2 Análise dos dados.....	33
2.3 RESULTADOS E DISCURSSÃO	34
2.4 CONCLUSÃO	44
2.5 REFERÊNCIAS	45
CAPÍTULO III	50
3.1 CONSIDERAÇÕES FINAIS E PERSPECTIVAS FUTURAS	50

LISTA DE SIGLAS

- AFLP** – Polimorfismo de Comprimento de Fragmento Amplificados
- CAPES** – Investimentos da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior
- cpDNA** – DNA do cloroplasto
- DNA** – Ácido Desoxirribonucleico
- EMBRAPA** – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- IIAP** – Instituto de Investigações da Amazônia Peruana
- INPA** – Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia
- IPGRI** – *International Plant Genetic Resources Institute*
- ISI** - Instituto de Informação Científica
- MCTI** – Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação
- MEC** – Ministério da Educação
- P&D** – Pesquisa e Desenvolvimento
- PCR** – Reação em Cadeia da Polimerase
- PIB** – Produto Interno Bruto
- RAPD** – Polimorfismo de DNA Amplificado ao Acaso
- RFLP** – Polimorfismo no Comprimento de Fragmento de Restrição
- RNA_m** – Ácido Ribonucleico Mensageiro ou RNA mensageiro
- SciEIO** – *Scientific Electronic Library Online* –
- SINCHI** – Instituto Amazônico de Investigações Científicas
- SNPs** – Polimorfismos de Nucleotídeo Único
- SSR** – Repetições de Sequências Simples
- UFAM** – Universidade Federal do Amazonas
- UFLA** – Universidade Federal de Lavras
- UNAL** – Universidad Nacional de Colômbia
- UPGMA** – *Unweighted Pair Group Method With Arithmetic Mean*
- WoS** – *Web of Science*

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Exemplos de frutos de espécies da Amazônia.....	9
Figura 2 - Diversidade de revistas registradas no <i>Web of Science</i> que publicaram artigos de 1990 a 2021 sobre genética da conservação de plantas amazônicas com base no índice de Shannon-Wiener.	34
Figura 3 - Temporalidade do número de publicações relacionadas com a genética da conservação de plantas amazônicas registradas na plataforma da <i>Web of Science</i> de 1990 a 2021	35
Figura 4 - Instituições com os maiores números de publicações em genética da conservação de plantas amazônicas (1990-2021).....	38
Figura 5 - Periódicos/revistas com os maiores números de publicações em genética de plantas amazônicas durante o período de 1990 a 2021.	39
Figura 6 - Ferramentas morfológicas e moleculares utilizadas para as análises genéticas em estudos de plantas amazônicas no período de 1990 a 2021.....	41
Figura 7 - Subáreas da genética da conservação desenvolvidas nas pesquisas publicadas pelos periódicos retirados do <i>Web of Science</i> entre 1990 a 2021 em trabalhos com plantas da Amazônia.....	42

LISTA DE TABELAS

Tabela 1- Aspectos mais relevantes dos marcadores SSR, AFLP, RAPD, RFLP e SNPs em seu uso geral	15
Tabela 2 - <i>Ranking</i> do país do primeiro autor dos documentos registrados no <i>Web of Science</i> sobre a genética da conservação de plantas amazônicas (1990-2021).....	37
Tabela 3 - <i>Ranking</i> dos autores que mais produziram estudos sobre a genética de plantas amazônicas (1990-2021).....	37
Tabela 4 - <i>Ranking</i> das espécies de plantas amazônicas presentes nos artigos sobre genética da conservação de 1990 a 2021 da <i>Web of Science</i>	40
Tabela 5 - <i>Ranking</i> das famílias de plantas amazônicas presentes nos artigos sobre genética da conservação publicados de 1990 a 2021 da <i>Web of Science</i>	40
Tabela 6 - Procedimentos estatísticos utilizados nas publicações para as análises genéticas de plantas amazônicas no período de 1990 a 2021	43

RESUMO

Genética da conservação de plantas da Amazônia: uma abordagem cienciométrica

A floresta Amazônia é uma das regiões com maior índice de biodiversidade, com uma grande extensão territorial e hidrográfica distribuída entre nove países da América do Sul, características que a tornam um dos maiores biomas com grande relevância ecológica e econômica para o Brasil e para o mundo. Dentro de sua biodiversidade, se destacam as espécies que apresentam importância socioeconômica e cultural para os habitantes da região Norte do Brasil. Dentre essas o açaí (*Euterpe oleracea* Mart.) e a castanha-do-Pará (*Bertholletia excelsa* Humn. & Bonpl.), entre outras, que são responsáveis por cerca de 45 milhões de toneladas de frutas produzidas anualmente gerando cerca de 49,8 bilhões de reais por ano. Consequentemente, sua relevância incentiva a extração desses recursos naturais possibilitando, também, a perda de diversidade genética dessas espécies. A genética da conservação, por sua vez, é uma área do conhecimento que se dedica ao entendimento da variabilidade genética dos seres vivos, podendo ser aplicada no estudo de plantas. Essas pesquisas podem ser realizadas por meio do uso de marcadores moleculares, que são indicadores quantitativos e qualitativos sobre os aspectos genéticos, níveis de diversidade genética das populações e auxiliam no apontamento sobre o estado de conservação dessas espécies. Assim viabilizando o desenvolvimento de técnicas de conservação *in situ* e *ex situ*, por exemplo, evitando a extinção precoce de populações, como as que compreendem as espécies amazônicas. Ainda, a cienciométrica é um ramo do conhecimento científico que faz o uso de análise estatística quantitativa das produções de dados que demonstram o estado da arte numa determinada área do conhecimento. Desse modo, sabendo-se da relevância dos estudos de genética da conservação, a cienciométrica é promissora para demonstrar e inferir as principais características dos estudos desenvolvidos sobre a genética da conservação de espécies de plantas amazônicas, sendo esses argumentos que subsidiam o escopo deste trabalho.

Palavras-chave: Revisão integrativa; Diversidade genética; Marcadores moleculares; Floresta Amazônia; Cienciométrica.

ABSTRACT

Conservation genetics of native Amazonian plant: a scientometric approach

Keywords: The Amazon forest is one of the regions with the highest biodiversity index, with a large territorial and hydrographic extension distributed among nine South American countries, characteristics that make it one of the largest biomes with great ecological and economic relevance for Brazil and the world. Within its biodiversity, the species that present socioeconomic and cultural importance for the inhabitants of the Northern region of Brazil stand out. Among these, the açai (*Euterpe oleracea* Mart.) and the Brazil nut (*Bertholletia excelsa*, Humn. & Bonpl.), among others, which are responsible for about 45 million tons of fruits produced annually, generating about 49.8 billion reais per year. Consequently, its relevance encourages the extraction of these natural resources, also enabling the loss of genetic diversity of these species. The genetics of conservation, in turn, is an area of knowledge that is dedicated to the understanding of the genetic variability of living beings, and can be applied in the study of plants. These researches can be carried out through the use of molecular markers, which are quantitative and qualitative indicators on the genetic aspects, levels of genetic diversity of the populations and help in pointing out the conservation status of these species. Thus enabling the development of *in situ* and *ex situ* conservation techniques, for example, avoiding the early extinction of populations, such as those comprising Amazonian species. Still, scientometrics is a branch of scientific knowledge that makes use of quantitative statistical analysis of data productions that demonstrate the state of the art in a given area of knowledge. Thus, knowing the relevance of conservation genetics studies, scientometrics is promising to demonstrate and infer the main characteristics of the studies developed on the genetics of conservation of Amazonian plant species, and these arguments support the scope of this work.

Keywords: Integrative review; Genetic diversity; Molecular markers; Amazon Forest; Scientometrics.