PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
DO RIO DE JANEIRO

Diego Paul Martinez Eraso

Physical and Mechanical Properties of the Peach palm (*Bactris gasipaes Kunth*) as a Structural Composite Material

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

Dissertation presented to the Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil of the Departamento de Engenharia Civil, PUC-Rio as partial fulfillment of the requirements for the degree of Master em Engenharia Civil.

Advisor: Khosrow Ghavami

Rio de Janeiro
September de 2013

PONTIFÍCIA UNIVERSIDADE CATÓLICA
DO RIO DE JANEIRO

Diego Paul Martinez Eraso

Physical and Mechanical Properties of the Peach palm (*Bactris gasipaes Kunth*) as a Structural Composite Material

Dissertation presented to the Program de Pós-Graduação em Engenharia Civil of the Departamento de Engenharia Civil, PUC-Rio as partial fulfillment of the requirements for the degree of Master em Engenharia Civil.

Prof. Khosrow Ghavami
Advisor
Departamento de Engenharia Civil – PUC-Rio

Prof. Michéle Dal Toé Casagrande
Departamento de Engenharia Civil – PUC-Rio

Prof. Fathi Aref Darwish
Universidade Federal Fluminense – UFF

Prof. Eduardo Achá Navarro
Departamento de Engenharia Civil – PUC-Rio

Prof. Joé Eugênio Leal
Coordenator of the Centro Técnico Científico da PUC-Rio

Rio de Janeiro, September 12th, 2013

Diego Paul Martinez Eraso

The author is graduated in Civil Engineering at National University of Colombia (UNAL – Bogotá) in July 2009.

Bibliographic data

Martinez Eraso, Diego Paul

Physical and mechanical properties of the Peach palm (Bactris gasipaes Kunth) as a structural composite material / Diego Paul Martinez Eraso ; Advisor: Khosrow Ghavami – 2013.
75 f. il. (color.) ; 30 cm

Dissertação (mestrado)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Departamento de Engenharia Civil, 2013.
Inclui bibliografia

1. Engenharia civil – Teses. 2. Bactris gasipaes Kunth. 3. Materiais compósitos naturais. 4. Tecnologias não-convencionais I. Ghavami, Khosrow. II. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Engenharia Civil. III. Título.

CDD: 624

This is for you, my mother, whom I miss and love. No words are sufficient to express the void you left when you parted forever from this world. This work is dedicated to you. Also in memory and tribute to Kenny Julian, cousin-brother, who died during my stay in Brazil.

Acknowledgements

Special thanks to Professor Khosrow Ghavami, for his unwavering support, patience, encouragement and teachings during my post-graduate studies.

To my family for their love.

To Lorena Chamorro, Andrea Rojas, Nataly Sarasty, Vanessa Latorre, Daria Kravtsova, Marcia Rizzo, Alexander Mera, Eliot Pezo, Alexandre Andrade and Ricardo Amado for their friendship, support and collaboration.

To Non-Conventional Materials and technologies Group. – GMTENC -. Particularly to DSc Andre Guedes Pinto, who initiated and motivated the research.

To PhD Jose Jaime Garcia, Titular Professor – Universidad del Valle – Cali, Colombia - Bio-materials Laboratory.

To Professors from Civil Engineering Department (DEC) of PUC-Rio.

To DEC PUC-Rio, graduate secretary and laboratory technicians.

To Pontificia Universidade Catolica of Rio de Janeiro (PUC-Rio) and The National Council for Scientific and Technological Development (CNPq) for the economic support.

Abstract

Martinez Eraso, Diego Paul; Ghavami, Khosrow (Advisor). **Physical and Mechanical Properties of Peach palm (*Bactris gasipaes kunth*) as a Structural Composite Material.** Rio de Janeiro, 2013. 75p. Msc. Dissertation - Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

To develop sustainable and structural materials, traditional construction techniques are evaluated in terms of engineering standards and methods of equivalent design are improved to optimize structural performance. However, the use of natural materials is limited by cultural traditions with little or no standardization, one example is the diversity of palms in the Latin American tropics, material of indigenous constructions and others uses. Therefore, this work presents results of “micro-structure”, “meso-structure” and “macro-structure” for two ages of palm stem *Bactris gasipaes Kunth* groups commonly known as "Peach Palm or Pupunha". Optical microscopy was performed for the micro structural analysis. Digital Image Processing was used to characterize the macrostructure, the variation of fiber volume fraction and the representative volume element (RVE). Furthermore, experimental research was carried out to determine basic physical properties (moisture and specific gravity) and mechanical properties to tension, flexion and torsion, generating as results the maximum tensile Strength (TS), the tensile modulus of elasticity (TMOE), bending modulus of elasticity (BMOE) and Modulus of Rigidity (MOR).

Keywords

Bactris gasipaes Kunth; Natural composite material; Structural Composite Material; Non-Conventional materials and technologies.

Resumo

Martinez Eraso, Diego Paul; Ghavami, Khosrow. **Propriedades físicas e mecânicas da pupunha (*Bactris Gasipae Kunth*) como material estrutural composto.** Rio de Janeiro, 2013. 75p. Dissertação de Mestrado - Departamento de Engenharia Civil, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Para desenvolver materiais sustentáveis e estruturais, as técnicas de construção tradicionais são avaliadas em termos de normas técnicas de engenharia e os métodos de construção equivalentes são melhorados para aperfeiçoar o desempenho estrutural. No entanto, o uso de materiais naturais é limitado pelas tradições culturais com pouca ou nenhuma padronização, um exemplo é a diversidade de palmeiras nos trópicos latino-americanos, material para construções indígenas e outros usos. Portanto, este trabalho apresenta resultados da “micro-estrutura”, “meso- estrutura" e "macro-estrutura" para duas idades de troncos de palma *Bactris gasipaes Kunth* comumente conhecida como "Pupunha". A microscopia óptica digital foi usada para a análise micro-estrutural, e para caracterizar a macroestrutura foi utilizado o processamento digital de imagens encontrando-se a variação da fracção de volume de fibras e o elemento de volume representativo (RVE). Além disso, foi realizada uma analise experimental para determinar as propriedades físicas básicas (umidade e gravidade especifica) e as propriedades mecânicas à tensão, flexão e torção, gerando como resultado a força máxima de tração (TS), o módulo de elasticidade de tração (TMO), o módulo de elasticidade de flexão (BMOE) e o módulo de rigidez (MOR).

Palavras-chave

Bactris gasipaes Kunth; Materiais Compósitos Naturais; Tecnologias Não-Convencionais.

Contents

List of figures

List of tables