



Caracterização físico-química dos frutos de castanheira do Brasil

Luana BOUVIE^{1*}, Daniela Roberta BORELLA¹, Paula Amanda de Oliveira PORTO¹,
Andréa Carvalho da SILVA^{1,2}, Sarita LEONEL²

¹ Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, Mato Grosso, Brasil.

² Faculdade de Ciências Agrômicas – Universidade do Estado de São Paulo (UNESP), Botucatu, São Paulo, Brasil.

* E-mail: bouvieluana@gmail.com

Recebido em outubro/2015; Aceito em março/2016.

RESUMO: Caracterizou-se físico-quimicamente partes do fruto e semente da *Bertholletia excelsa*. No norte de MT coletou-se frutos do chão que foram beneficiados e classificados em: Mesocarpo jovem (MJ); Mesocarpo velho (MV); Semente jovem (SJ); Semente velha (SV); Amêndoa (A); Resquício floral (RF); Tegumento da semente (TS) e Exocarpo (EX). Analisou-se quimicamente macronutrientes: Nitrogênio (N); Fósforo (P); Potássio (K); Cálcio (Ca); Magnésio (Mg) e Enxofre (S); micronutrientes: Boro (B); Cobre (Cu); Manganês (Mn) e Zinco (Zn); e analisou-se propriedades físicas: porcentagem de Nitrogênio e Carbono; relação C/N; densidade; pH e condutividade elétrica. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições, sendo cada parte do fruto um tratamento. Procedeu-se à análise da variância e ao teste de Tukey ($p > 0,05$), para N, P e K calculou-se a correlação de Pearson a 95%. Amêndoa concentrou mais N, P, Mg, S e Zn; e exocarpo mais K, Ca, B e Mn. A relação C/N foi menor na semente, no embrião, no exocarpo e no resquício floral. Entre as partes do fruto há alta correlação direta de N entre SV/EX, MJ/RF, EX/RF, EX/MJ, SJ/RF, SJ/MF, SJ/EX SV/TS; de P entre SV/A, SJ/TS, A/TS, A/SJ e de K entre; e há alta correlação inversa de N entre MJ/RF, EX/MV; de P entre SJ/A, A/EX e de K entre TS/MV. Potássio e Nitrogênio são mais exportados para o fruto, o mesocarpo velho tem maior relação C/N e o embrião a menor.

Palavras-chave: *Bertholletia excelsa*, macronutrientes, micronutrientes, resíduos, substrato.

Physico-chemical characterization of fruit's castanheira of Brazil

ABSTRACT: *Bertholletia excelsa*'s fruit and seed were physico-chemically characterized. At north of Mato Grosso, Brazil, fallen fruits were collected, processed and classified in: Young Mesocarp (MJ); Old Mesocarp (MV); Young Seed (SJ); Old Seed (SV); Almond (A); Floral Remaining (RF); Seed Coat (TS) and Exocarp (EX). Macro and micronutrients were analyzed: Nitrogen (N); Phosphorus (P); Potassium (K); Calcium (Ca); Magnesium (Mg); Sulfur (S); Boron (B); Copper (Cu); Manganese (Mn) and Zinc (Zn). Physical properties were also analyzed: Percentage of Nitrogen and Carbon; C/N ratio; Density; pH and Electrical conductivity. The experimental design was completely randomized with four replication, and each piece of fruit was considered a treatment. The results were submitted to analysis of variance and Tukey test ($p > 0.05$), for N, P and K was calculated Pearson correlation (95%). Almond concentrate more N, P, Mg, S, and Mn. C/N ratio was lower in seed, in embryo, in exocarp and in floral remaining. High direct correlations are for Nitrogen: SV/EX; SV/TS, for Phosphorus: SV/A; SJ/TS; A/TS; A/SJ and for Potassium: MJ/RF; EX/RF; EX/MJ; SJ/RF; SJ/MF; SJ/EX. High indirect correlations occur for Nitrogen: MJ/RF; EX/MV, for Phosphorus: SJ/A; A/EX and for Potassium: TS/MV. Potassium and Nitrogen are more exported for fruit, Old Mesocarp has a higher C/N rate and the lowest embryo.

Keywords: Stress Wave, Ultrasonic waves, static bending.

1. INTRODUÇÃO

Garantir a segurança alimentar e nutricional é uma preocupação mundial que envolve a quantidade e a qualidade da dieta humana e também a certificação da origem do produto. Diversas espécies produtoras de sementes oleaginosas presentes na Amazônia são alternativas de enriquecimento e produção de alimentos promissoras para a indústria.

No geral as amêndoas são ricas em proteínas, lipídios e fibras, possuem tiamina, riboflavina, niacina e vitaminas B1 e B2, além de teores consideráveis de fósforo, potássio, cálcio e magnésio, são pobres em sódio e não possuem colesterol (SOUZA et al., 2008). A castanheira (*Bertholletia excelsa* Humb. & Bonpl.) produz importantes sementes comestíveis, e após a decadência da borracha se tornou o principal símbolo do desenvolvimento sustentável e estratégico para a conservação

da floresta. Associação do Povo Indígena Zoró – APIZ (2008).

A Castanha-do-Brasil é apreciada pelo sabor e por suas qualidades nutricionais, constituindo-se de 60 a 70% de lipídeos (expressivamente de ácidos graxos poli-insaturados) e cerca de 15 a 20% de proteínas de alto valor biológico (CARDARELLI; OLIVEIRA, 2000). Contém minerais importantes para o metabolismo humano, como fósforo, cálcio, magnésio, potássio, zinco, manganês e cobre (GONÇALVES et al., 2002), também é fonte de selênio e vitaminas do complexo B (SOUZA; MENEZES, 2004).

O beneficiamento das sementes de *B. excelsa* gera grande quantidade de biomassa, de forma que para cada tonelada de amêndoas 1,4 toneladas de resíduos são formados (DIAS et al., 2012). Tratam-se de estruturas lignificadas e de composição complexa, com potencial para aproveitamento em artesanatos e energia (FAUSTINO et al., 2014). Além disso, o pericarpo possui constituição química relevante para nutrição vegetal (MENDES et al., 2007), assim a produção de substrato orgânico se torna outra possibilidade de subproduto dos frutos de castanheira.

A produtividade agrícola e florestal depende da fertilização com macro e micronutrientes, substratos favorecem o crescimento e desenvolvimento vegetal quando apresentam características físico-química adequadas. Portanto, substrato oriundo de resíduos, além de minimizar o descarte, pode complementar a renda gerando uma alternativa de baixo custo para suprir as necessidades minerais das plantas (SANTOS, 2012).

Nesse contexto, objetivou-se caracterizar físico-quimicamente as partes do fruto e semente de *Bertholletia excelsa*.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Coletou-se frutos de castanheira em dezembro de 2014, em área de Reserva Legal a aproximadamente 30 quilômetros do município de Itaúba – Mato Grosso, compreendido em 11°02'45.33" Sul e 55°10'55.94" Oeste, a 362 metros de altitude.

O município está inserido no Bioma Amazônia, apresenta clima equatorial quente e úmido, com precipitação média anual de 2.500 mm e período de estiagem de junho a agosto, a temperatura varia de 24 – 40°C; Localiza-se na grande Bacia do Amazonas, abrangendo os rios Teles Pires, Saudade e Peixoto de Azevedo, com relevo de Planalto Residual Norte matogrossense, Serra do Cachimbo e Serra dos Caiabis.

Os frutos e sementes de *B. excelsa* foram beneficiados no Laboratório de Hidráulica da Universidade Federal de Mato Grosso, Campus de Sinop, com auxílio de serra elétrica e torno de bancada. Em seguida classificou-se as partes do fruto em Mesocarpo jovem (MJ); Mesocarpo velho (MV); Semente jovem (SJ); Semente velha (SV); Amêndoa (A); Resquício floral (RF); Tegumento da semente (TS) e Exocarpo (EX) (Figura 1).

As amostras foram levadas ao Laboratório de ciência de solo da Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP – Botucatu, SP, onde procederam-se as análises físicas e químicas. Para cada parte do fruto determinou-se teores de macronutrientes: Nitrogênio (N); Fósforo (P); Potássio (K); Cálcio (Ca); Magnésio (Mg) e Enxofre (S); de micronutrientes: Boro (B); Cobre (Cu); Manganês (Mn) e Zinco (Zn); e propriedades físicas: porcentagem de Nitrogênio e Carbono (C); relação C/N; densidade; pH e condutividade elétrica (BRASIL, 2014).

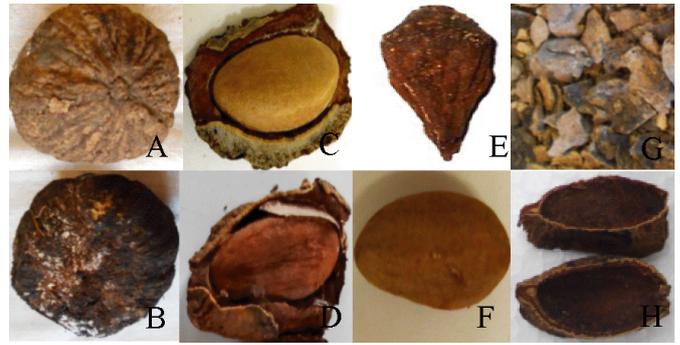


Figura 1. Mesocarpo: A) jovem; B) velho; Semente: C) jovem; D) velha; E) Resquício floral; F) Amêndoa; G) Exocarpo; H) Tegumento da semente.

O N total foi extraído por digestão sulfúrica e determinado pelo método micro-Kjeldahl, o P, K, Ca, Mg, S, Cu, Mn e Zn foram extraídos por digestão nitroperclórica, P e S foram determinados por espectrofotometria com o método azul de molibdênio e turbidimetria. Obteve-se teor de B por incineração a 500 °C com reagente colorimétrico Azometina-H, no comprimento de onda de 420 nm (MALAVOLTA et al., 1997).

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado com quatro repetições, sendo cada parte do fruto um tratamento. Os resultados foram submetidos à análise da variância e ao teste de Tukey à 95% probabilidade. Para Nitrogênio, Fósforo e Potássio calculou-se a correlação de Pearson a 95% de significância.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A amêndoa concentrou valores intermediários de K (9,43 g.kg⁻¹) e Ca (2,30 g.kg⁻¹) e os maiores teores de N (31,21 g.kg⁻¹), P (3,60 g.kg⁻¹), Mg (4,28 g.kg⁻¹) e S (212,44 g.kg⁻¹) no entanto, ao ser mesclada com o tegumento da semente a concentração dos últimos diminui para sementes jovens (15,60g.kg⁻¹; 2,75 g.kg⁻¹; 2,38g.kg⁻¹; 1,76g.kg⁻¹) e velhas (14,46 g.kg⁻¹; 2,08 g.kg⁻¹; 2,85 g.kg⁻¹; 1,78 g.kg⁻¹) (Tabela 1).

O teor de Ca foi maior em semente velha (3,20 g.kg⁻¹), enquanto que o de K foi inferior (5,73 g.kg⁻¹) o mesmo elemento não apresentou diferença quando comparado entre amêndoa destegumentada e as sementes jovens (9,43 g.kg⁻¹ e 10,33 g.kg⁻¹) (Tabela 1).

A amêndoa concentrou mais Cu (23,50 mg.kg⁻¹) e Zn (56,25 mg.kg⁻¹), porém menos Mn (21,25 mg.kg⁻¹) e apresentou valores intermediários de B (12,44 mg.kg⁻¹). Em sementes jovens e

Tabela 1. Macronutrientes em partes do fruto de *Bertholletia excelsa*.

	N	P	K	Ca	Mg	S
	g kg ⁻¹					
MJ	6,31 e	0,29 e	8,48 cd	1,05 e	1,10 e	1,28 cd
MV	7,02 e	0,59 de	3,28 f	1,28 e	1,15 e	1,17 d
SJ	15,06 d	2,75 b	10,33 c	2,50 c	2,38 c	1,76 b
SV	14,46 d	2,08 c	5,73 e	3,20 b	2,85 b	1,78 b
A	31,21 a	3,60 a	9,43 c	2,30 cd	4,28 a	2,12 a
RF	17,86 c	0,89 d	22,40 b	2,00 d	1,53 d	2,04 a
TS	7,69 e	0,71 de	6,95 de	1,93 d	1,10 e	1,48 c
EX	21,57 b	0,81 de	27,55 a	4,25 a	3,08 b	2,05 a

MJ: Mesocarpo jovem; MV: Mesocarpo velho; SJ: Semente jovem; SV: Semente velha; A: Amêndoa; RF: Resquício floral; TS: Tegumento da semente e EX: Exocarpo. Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferem estatisticamente (Tukey, p > 0,05).

velhas encontrou-se valor semelhante de Cobre (20,00 e 20,25 mg.kg⁻¹) e Boro (15,65 e 15,07 mg.kg⁻¹), concentrações menores de Zinco (29,50 e 36,25 mg.kg⁻¹) e superiores de Mn (33,25 e 67,50 mg.kg⁻¹) (Tabela 2). Portanto a amêndoa apresentou mais N; P; Mg; S; Cu e Zn enquanto o tegumento da semente apresenta maior teor de Mn.

Os teores de K, Ca, Mg e Cu foram superiores aos encontrados em amêndoas coletadas entre 2009 - 2010 em Belém-PA: 6,75; 1,80; 3,25; 14,0 (SANTOS, 2012); 2000 - 2001 em Manaus-AM: 5,64; 2,06; 3,12; 11,7 (GONÇALVES et al., 2002) e 2004-2005 na divisa do Acre com a Bolívia: 5,12; 2,05; 3,10; 13,5 (SILVA et al., 2010). Porém a concentração de Fósforo foi inferior ao encontrado nestes diferentes locais (6,10; 5,15 e 5,63), enquanto que as taxas de Manganês e Zinco foram superiores somente às amostras de Belém (16,5 e 35,1).

Diferenças na composição de sementes da mesma espécie podem ser encontradas em função do período da dispersão e do local de origem, visto que, a planta mãe providencia para o embrião inibidores mecânicos e/ou químicos da germinação durante o desenvolvimento embrionário, em função das condições ambientais e do grau de adaptação aos fatores externos preponderantes. Vários produtos químicos são sintetizados e armazenados nas sementes, para garantir o sucesso do próximo ciclo de vida da planta na interação com o meio ambiente (LARCHER, 2004; SREENIVASULU; WOBUS, 2013).

Somente os teores de K diferiram entre mesocarpo jovem e velho (8,48 g.kg⁻¹ e 3,28 g.kg⁻¹). O exocarpo do fruto teve maiores concentrações de K, Ca, N, S, Mg, B e Mn (27,55 g.kg⁻¹; 4,25 g.kg⁻¹; 21,57 g.kg⁻¹; 2,05 g.kg⁻¹; 3,08 g.kg⁻¹; 29,19 mg.kg⁻¹; 152,00 g.kg⁻¹), e o resquício floral de S e Cu (2,04 g.kg⁻¹ e 24,25 mg.kg⁻¹), conforme Tabelas 1 e 2.

Níveis de Cu e Mn foram superiores nas partes do fruto de Castanheira do que em casca de coco verde (6,6 mg.kg⁻¹ e 23,3 mg.kg⁻¹), o inverso ocorreu quando comparados P (1,42 g.kg⁻¹) e Zn (31,8 mg.kg⁻¹). Somente para o Mesocarpo do fruto jovem a taxa de N foi menor do que o encontrado em casca de coco verde, 1,42 g.kg⁻¹ (ROSA et al., 2001).

Sorace et al. (2014), encontraram em substrato a base de casca de arroz carbonizada menores concentrações de N, Mg, e S (3,10 g.kg⁻¹; 0,87 g.kg⁻¹; 0,98 g.kg⁻¹). Os teores de Ca (1,51 g.kg⁻¹) e K (5,50 g.kg⁻¹) encontrados pelos autores também foram menores aos observados no Tegumento da semente e no Resquício floral.

Teores de N no Tegumento da semente e no Resquício floral foram maiores que o encontrado em casca de pinus (7,10), no

Tabela 2. Micronutrientes em partes do fruto de *Bertholletia excelsa*.

	B	Cu	Mn	Zn
	mg kg ⁻¹			
MJ	11,98 cd	9,25 c	28,50 de	7,50 e
MV	10,07 d	11,00 c	30,75 de	9,50 e
SJ	15,65 bc	20,00 ab	33,25 d	29,50 c
SV	15,07 bc	20,25 ab	67,50 b	36,25 b
A	12,44 cd	23,50 a	21,25 e	56,25 a
RF	19,20 b	24,25 a	51,00 c	17,25 d
TS	15,00 bc	10,50 c	26,50 de	11,00 e
EX	29,19 a	15,25 bc	152,00 a	18,25 d

MJ: Mesocarpo jovem; MV: Mesocarpo velho; SJ: Semente jovem; SV: Semente velha; A: Amêndoa; RF: Resquício floral; TS: Tegumento da semente e EX: Exocarpo. Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferem estatisticamente (Tukey, p > 0,05).

entanto as taxas no mesocarpo foram inferiores. Em todas as partes do fruto de *B. excelsa* os teores de K e S foram superiores à este substrato (3,00) (SORACE, 2014).

O exocarpo do fruto de Castanha concentrou mais N, K, Mg, Cu e Mn que casca de coco verde (6,52; 11,5; 6,6 e 23,3) (ROSA et al., 2001), mais N, K, Mg e S que substrato a base de fibra de coco (5,20; 16,00; 3,52 e 1,33), mais N, K, Ca, Mg (3,10; 5,50; 1,51 e 0,87) casca de arroz carbonizada e mais N, K, Ca, Mg e S (7,10; 3,00; 2,68; 0,99; 0,36) do que substrato à base de casca de Pinus (SORACE et al., 2014).

Taxas de N foram superiores na amêndoa (3,12%) e consequentemente a razão C/N foi menor (16,89), Tabela 3. A maior concentração de N no embrião correlaciona-se com o teor proteico das amêndoas (15 a 20%), apontando a composição dos aminoácidos (CARDARELLI; OLIVEIRA, 2000).

A porcentagem de C variou pouco entre as partes do fruto, diferindo apenas no exocarpo e resquício floral (47,50% e 50,50%), já as taxas de N foram menores no tegumento da semente (0,78%), no mesocarpo jovem (0,63%) e velho (53,50%). O resquício floral e o exocarpo apresentaram uma ótima relação C/N (28,75/1 e 22,0/1) para compor um substrato orgânico (Tabela 3).

A razão (C/N) indica o estado de decomposição e o grau de estabilidade do substrato, é considerada ótima para o cultivo quando está entre 20 e 40, indicando um material decomposto e estável. Substratos com relação C/N altas (pouco decompostos) possuem pequena quantidade de nitrogênio solúvel, tornando-se necessário o enriquecimento com N para o melhor desenvolvimento inicial das plantas (CADAHIA, 1998).

O exocarpo e o mesocarpo do fruto velho tiveram densidade igual a 0,26 e 0,32 g/cm³; pH 6,23 e 5,23 e condutividade elétrica 1,726 e 0,227 dS.m⁻¹ (Tabela 4). As densidades encontradas são suficientes para dar sustentação às plantas e permitir a aeração sem prejudicar o sistema radicular (FERMINO, 2002). O pH de ambas as partes garante a disponibilidade de nutrientes, sendo o ideal para substrato valores entre 5,5 e 6,5 (SCHMITZ et al., 2002).

A condutividade elétrica é diretamente proporcional à salinidade, correlacionando-se aos efeitos osmótico e tóxico

Tabela 3. Teores de C, N e relação C/N das partes do fruto de *Bertholletia excelsa*.

	C	N	C/N
	%		
MJ	52,75 a	0,63 e	55/1 e
MV	53,50 a	0,70 e	77/1 de
SJ	52,25 a	1,50 d	30/1 c
SV	52,00 ab	1,45 d	36/1 c
A	50,50 b	1,78 c	17/1 a
RF	52,75 a	3,13 a	29/1 bc
TS	47,50 c	2,15 b	53/1 d
EX	52,50 a	0,78 e	22/1 ab

MJ: Mesocarpo jovem; MV: Mesocarpo velho; SJ: Semente jovem; SV: Semente velha; A: Amêndoa; RF: Resquício floral; TS: Tegumento da semente e EX: Exocarpo. Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferem estatisticamente (Tukey, p > 0,05).

Tabela 4. Densidade, pH e Condutividade Elétrica (CE) das partes do Mesocarpo e Exocarpo do fruto de *Bertholletia excelsa*.

	Densidade (g L ⁻¹)	pH	Condutividade elétrica (µs cm ⁻¹)
Mesocarpo	260	5,23	227
Exocarpo	320	6,23	1726

de íons, e em casos mais extremos o alto teor de sais solúveis pode provocar a queima ou necrose das raízes. O valor da condutividade elétrica deve ser inferior a 0,5 dS/m (LOPES et al., 2008). O mesocarpo velho apresentou valor ótimo enquanto o exocarpo teve valor alto de condutividade elétrica, porém a salinidade pode ser ajustada através de mistura com outros componentes, lavagem e/ou rega (ROSA et al., 2001).

O resíduo do processamento das sementes de *Bertholletia excelsa* é formado principalmente por mesocarpo, exocarpo e tegumento da semente. O exocarpo apresentou teores de macro e micronutrientes, relação C/N, densidade e pH adequados para produção de substrato (Tabelas 1, 2, 3 e 4), também é leve e facilmente separado do fruto, favorecendo o beneficiamento e transporte da matéria prima.

O gradiente entre os macronutrientes foi igual no Mesocarpo do fruto velho e no Tegumento da semente. Entre Mesocarpo jovem e velho as proporções de Ca, S e Mg diferiram; entre as sementes: as jovens concentraram mais P enquanto as velhas mais Ca, e a amêndoa destegumentada teve maior proporção de Mg. No Mesocarpo jovem, Resquício floral e no Exocarpo a relação K/N foi maior (Tabela 5).

A amêndoa concentrou mais Zn; entre mesocarpos jovem e velho as proporções de B e Cu foram diferentes, no entanto entre sementes jovem e velha o gradiente de micronutrientes foi igual, o mesmo ocorreu entre Mesocarpo velho e Resquício floral e entre Tegumento da semente e Exocarpo (Tabela 5).

Nota-se que a necessidade de N, K, Zn e Mn é alta para a formação dos tecidos do fruto de *Bertholletia excelsa*. Com relação aos demais nutrientes as exigências são peculiares a cada componente do fruto.

A frutificação altera a absorção de nutrientes, e sob alta produção, são particionados primariamente entre os frutos. Esta proporção de elementos nos órgãos reprodutivos varia conforme a relação folha/fruta durante a temporada (CHOI et al., 2010). Diferenças na quantidade de elementos inorgânicos, com diferentes proporções, apontam a relevância dos elementos para o desenvolvimento do ouriço.

Durante sua formação, o fruto de *B. excelsa*, pode ser considerado um grande “dreno” importador de K (Tabela 5), o acúmulo de biomassa depende das concentrações deste nutriente já que participa da ativação de enzimas essenciais à síntese de compostos orgânicos.

Houve relação entre a concentração de N do TS com o RS (0,60) e com o SV (0,82), e do EX com o SV (0,84). A correlação foi inversa entre MJ e RF (-0,84); EF e MF (-0,84);

Tabela 5. Gradiente de concentração de macro e micronutrientes em partes do fruto de *Bertholletia excelsa*.

	Macros	Micros
MJ	K > N > S > Mg > Ca > P	Mn > B > Cu > Zn
MV	N > K > Ca > S > Mg > P	Mn > Cu > B > Zn
SJ	N > K > P > Ca > Mg > S	Mn > Zn > Cu > B
SV	N > K > Ca > Mg > P > S	Mn > Zn > Cu > B
A	N > K > Mg > P > Ca > S	Zn > Cu > Mn > B
RF	K > N > S > Ca > Mg > P	Mn > Cu > B > Zn
TS	N > K > Ca > S > Mg > P	Mn > B > Zn > Cu
EX	K > N > Ca > Mg > S > P	Mn > B > Zn > Cu

MJ: Mesocarpo jovem; MV: Mesocarpo velho; SJ: Semente jovem; SV: Semente velha; A: Amêndoa; RF: Resquício floral; TS: Tegumento da semente e EX: Exocarpo.

Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferem estatisticamente (Tukey, p > 0,05).

TS e MJ (-0,77); MV e SV (-0,61); SJ e TS (-0,95) e EX e A (-0,73) (Tabela 6).

As correlações de P foram positivas entre TS e MS (0,64); SV e EF (0,85); SJ e TS (0,93) e A e TS (0,86); e foram inversas entre MJ e RF (-0,64); EX e MJ (-0,68); TS e EF (-0,65); SJ e EF (-0,88) e A e EF (-0,91) (Tabela 6).

O K apresentou mais correlações significativas entre as partes do fruto, sendo diretamente proporcional entre MJ e RF (0,99); EF e RF (0,95); EF e MJ (0,92); TS e RF (0,70); TS e MJ (0,70); SV e RF (0,68); SV e MJ (0,78); SJ e RF (0,97); SJ e MJ (0,96); SJ e EF (0,99) e SJ e SV (0,64); e inversamente proporcional entre MV e RF (-0,65); MV e MJ (-0,67); TS e MF (-0,99); A e RF (-0,68); MJ e A (-0,73); A e EF (-0,77); A e SV (-0,75) e A e SJ (-0,79) (Tabela 6).

Tabela 6. Relação de Pearson para N, P e K entre partes do fruto de *Bertholletia excelsa*.

	RF	MFJ	MFV	EF	TS	SV	SJ	E
N								
RF	1	-0,84	0,28	0,26	0,60	0,55	-0,34	-0,42
MJ	-0,84	1	-0,44	0,08	-0,77	-0,42	0,58	-0,14
MV	0,28	-0,44	1	-0,84	-0,20	-0,61	0,38	0,37
EX	0,26	0,08	-0,84	1	0,39	0,84	-0,40	-0,73
TS	0,60	-0,77	-0,20	0,39	1	0,82	-0,95	0,09
SV	0,55	-0,42	-0,61	0,84	0,82	1	-0,79	-0,42
SJ	-0,34	0,58	0,38	-0,40	-0,95	-0,79	1	-0,22
A	-0,42	-0,14	0,37	-0,73	0,09	-0,42	-0,22	1
P								
RF	1	-0,6	0,58	-0,12	0,23	-0,42	0,26	0,39
MJ	-0,64	1	-0,45	-0,68	0,36	-0,33	0,51	0,43
MV	0,58	-0,45	1	0,08	0,64	0,22	0,39	0,34
EX	-0,12	-0,68	0,08	1	-0,65	0,85	-0,88	-0,91
TS	0,23	0,36	0,64	-0,65	1	-0,28	0,93	0,86
SV	-0,42	-0,33	0,22	0,85	-0,28	1	-0,60	-0,73
SJ	0,26	0,51	0,39	-0,88	0,93	-0,60	1	0,98
A	0,39	0,43	0,34	-0,91	0,86	-0,73	0,98	1
K								
RF	1	0,99	-0,65	0,95	0,70	0,68	0,97	-0,68
MJ	0,99	1	-0,67	0,92	0,70	0,78	0,96	-0,73
MV	-0,65	-0,67	1	-0,39	-0,99	-0,54	-0,46	0,03
EX	0,95	0,92	-0,39	1	0,47	0,55	0,99	-0,77
TS	0,70	0,70	-0,99	0,47	1	0,48	0,53	-0,03
SV	0,68	0,78	-0,54	0,55	0,48	1	0,64	-0,75
SJ	0,97	0,96	-0,46	0,99	0,53	0,64	1	-0,79
A	-0,68	-0,73	0,03	-0,77	-0,03	-0,75	0,64	1

MJ: Mesocarpo jovem; MV: Mesocarpo velho; SJ: Semente jovem; SV: Semente velha; A: Amêndoa; RF: Resquício floral; TS: Tegumento da semente e EX: Exocarpo. Médias seguidas pela mesma letra, em cada coluna, não diferem estatisticamente (Tukey, p > 0,05).

4. CONCLUSÕES

A amêndoa concentra mais N, P, Mg, S e Zn; e o exocarpo mais K, Ca, B e Mn. O teor de Cu é igual em sementes jovens e velhas, no embrião e no resquício floral.

Porcentagem de C pouco varia entre as partes do fruto de *B. excelsa* e a relação C/N é menor na semente, no embrião, no exocarpo e no resquício floral.

O exocarpo do fruto como resíduo florestal, possui atributos físicos: densidade, pH e relação C/N adequadas para fabricação de substratos agrícolas.

5. AGRADECIMENTOS

À professora Dr. Sarita Leonel da Faculdade de Ciências Agrônomicas/UNESP/Botucatu.

6. REFERÊNCIAS

- ASSOCIAÇÃO DO POVO INDÍGENA ZORÓ (APIZ). **Boas práticas de coleta, armazenamento e comercialização da castanha-do-Brasil**. Mato Grosso: Cuiabá, 2008. 42p.
- BRASIL. Instrução normativa Nº 17, de 21 de maio de 2014 do Ministério da agricultura pecuária e abastecimento.
- CADAHÍA, C.; EYMAR, E. Caracterización química y fisicoquímica de substratos. *Acta Horticulturae*, The Hague, n. 11, p. 19-25, 1992.
- CARDARELLI, H. R.; OLIVEIRA, A. J. Conservação do leite de castanha-do-Pará. *Scientia Agricola*, Piracicaba, v. 57, n. 4, p. 617-622, 2000. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-90162000000400004>
- CHOI, S. T.; PARK, D. S.; KANG, S. M.; CHO, Y. C. Effect of fruit-load on the growth, absorption, and partitioning of inorganic nutrients in young 'Fuyu' persimmon trees. *Scientia Horticulturae*, Amsterdam, v. 126, p. 408-412, 2010. <http://dx.doi.org/10.1016/j.scienta.2010.07.035>
- DIAS, J. M. C. S.; SOUZA, D. T.; BRAGA, M. ONOYAMA, M. M.; MIRANDA, C. H. B.; BARBOSA, P. F. D.; ROCHA, J. D. **Produção de briquetes e péletes a partir de resíduos agrícolas, agroindustriais e florestais**. 1.ed. Brasília, Distrito Federal: Embrapa Agroenergia, 2012. 130p.
- FAUSTINO, C. de L.; WADT, L. de O. Resistência mecânica do pericarpo de frutos de *Bertholletia excelsa* Bonpl. (Lecythidaceae). *Ciência da Madeira*, Pelotas, v. 5, n. 1, p. 25-33, 2014. <http://dx.doi.org/10.12953/2177-6830.v05n01a03>
- FERMINO, M. H. O uso da análise física na avaliação da qualidade de componentes e substratos. In: ENCONTRO NACIONAL DE SUBSTRATOS PARA PLANTAS, 3., 2002, Campinas, São Paulo. *Anais...* Campinas: IAC, 2002. p. 29-37.
- GONÇALVES, J. F. C.; FERNANDES, A.V.; OLIVEIRA, A. F. M.; RODRIGUES, L. F.; MARENCO, R. A. Primary metabolismo componentes of seeds from Brazilian Amazon tree species. *Brazilian Journal Plant Physiology*, Londrina, v.14, n.2, p.139-142, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S1677-04202002000200009>
- LARCHER, W. *Ecofisiologia Vegetal*. São Paulo: São Carlos, 2004. 531p.
- LOPES, J. L. W.; GUERRINI, I. A.; SAAD J. C. C.; SILVA, M. R. da. Atributos químicos e físicos de dois substratos para produção de mudas de eucalipto. *Revista Cerne*, Lavras, v. 14, n. 4, p. 358-367, 2008.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G.C., OLIVEIRA, S.A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira de Potassa e do Fósforo, 1997. 319 p.
- MENDES, A., MORAES, G. L., SENA, L. S. Aproveitamento de casca e ouriço de castanha-do-brasil como adubo orgânico. In: ANAIS DA 47ª REUNIÃO DA ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE QUÍMICA, 2007, Natal - RN. *Anais...* Natal: Associação Brasileira de Química – ABQ, 2007.
- ROSA, M. de F.; SANTOS, F. J. de S.; MONTENEGRO, A. A. T.; ABREU, F. A. P. de; CORREIA, D.; ARAÚJO, F. B. S. de; NORÕES, E. R. de V. **Caracterização do pó da casca de coco verde usado como substrato agrícola**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical. p.1-6, 2001. (Comunicado Técnico, 54)
- SANTOS, O. V. **Estudo das potencialidades de castanha-do-Brasil: produtos e subprodutos**. 2012. 214f. Tese (Doutorado em Ciências Farmacêuticas) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.
- SCHMITZ, J. A. K.; SOUZA, P. V. D.; KÄMPF, A. N. Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. *Ciência Rural*, Santa Maria, v. 32, n. 6, p. 937-944, 2002. <http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782002000600005>
- SILVA, R. F.; ASCHERI J. L. R.; SOUZA, J. M. L. Influência do processo de beneficiamento na qualidade de amêndoas de castanha-do-Brasil. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 34, n. 2, p. 445-450, 2010.
- SORACE, M.; FARIA, R. T.; FONSEC, I. C. de B.; SORACE, M. A. da F.; FERNANDES, F. R. M.; ECKER, A. E. do A. Substratos para o cultivo de mini antúrio em vaso. *Arquivos do MUDI*, Maringá, v. 17, n. 1, p. 23-24, 2014.
- SOUZA, M. L.; MENEZES, H. C. Processamentos de amêndoa e torta de castanha-do-Brasil e farinha de mandioca: parâmetros de qualidade. *Ciência e Tecnologia de Alimentos*, Campinas, v. 24, n. 1, p. 120-128, 2004. <http://dx.doi.org/10.1590/S0101-20612004000100022>
- SOUZA, V. A. B.; CARVALHO, M. G.; SANTOS, K. S.; FERREIRA, C. S. Características físicas de frutos e amêndoas e características químico-nutricionais de amêndoas de acessos de sapucaia. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, v. 30, n. 4, p. 946-952, 2008.
- SREENIVASULU, N.; WOBUS, U. Seed-Development Programs: A Systems Biology–Based Comparison Between Dicots and Monocots. *Annual Review Plant Biology*, Germany, v. 6, p. 189-217, 2013. <http://dx.doi.org/10.1146/annurev-arplant-050312-120215>