



PRODUTIVIDADE EM CASCA E TANINOS CONDENSADOS DE JUREMA-PRETA

Pedro Jorge Goes LOPES^{1*}, Leandro CALEGARI¹, Carina Cristina Agnes CALEGARI²,
Elisabeth de OLIVEIRA¹, Diego Martins STANGERLIN³, Darci Alberto GATTO⁴

¹Unidade Acadêmica de Engenharia Florestal, Universidade Federal de Campina Grande, Patos, Paraíba, Brasil.

²Programa de Pós-Graduação em Educação Ambiental, Faculdade Integrada de Patos, Patos, Paraíba, Brasil.

³Instituto de Ciências Agrárias e Ambientais, Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, Mato Grosso, Brasil.

⁴Centro de Engenharias, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, Rio Grande do Sul, Brasil.

*E-mail: pj.tm@hotmail.com

Recebido em outubro/2014; Aceito em fevereiro/2015.

RESUMO: Espécie vegetal de ampla distribuição geográfica no bioma Caatinga, a *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir., vem sendo explorada, principalmente, para produção de energia, apesar de possuir considerável teor de taninos. Com base nisto, no presente estudo analisou-se a produtividade da espécie em relação à produção de casca e seu rendimento em taninos condensados. Para isso utilizou-se árvores adultas que foram selecionadas aleatoriamente na Fazenda NUPEÁRIDO, localizada no município de Patos, PB, Brasil, das quais se removeu a casca desde a base até a porção superior dos galhos. As cascas foram submetidas à secagem, para na sequência serem pesadas, fragmentadas, classificadas e submetidas à extração em autoclave sob diferentes tempos (1, 2 e 3 horas), com posterior quantificação da porção tânica do extrato líquido. Considerando a massa anidra, obteve-se aproximadamente 3,7 kg de casca por árvore. O tempo de extração de 3 horas foi o que apresentou os melhores resultados no rendimento em taninos condensados, atingindo 17,3%. Tais resultados fornecem subsídios efetivos para futuras análises, com relação à rentabilidade em produção e questões econômicas, favorecendo para o emprego industrial da espécie.

Palavras-chave: *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir., rendimento em tânicos, bioma Caatinga.

PRODUCTIVITY ON BARK AND CONDENSED TANNINS OF JUREMA-PRETA

ABSTRACT: *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir., as a species of plant widely distributed in the Caatinga biome, has been explored mainly for energy production, despite having considerable tannin content. Based on that, this study aims to analyze the productivity of such species in relation to the production of bark and its income in condensed tannins. To do that, adult plants were randomly selected at NUPEÁRIDO Farm, in Patos, PB, Brazil, having their bark removed from the base to the upper branches of the plant. Barks were dried in order to be weighed, fragmented, classified, and submitted to extraction in an autoclave under different times (1, 2, and 3 hours) with subsequent quantification of tannin portion from the extracted liquid. Considering the dry mass, about 3.7 kg of bark per tree were obtained. The 3-hour extraction time showed the best results considering the income in condensed tannins, reaching 17.3%. Such results provide effective support for future analysis with respect to profitability in production and economic issues, favoring for industrial use of this species.

Keywords: *Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir., performance in tannins, Caatinga biome.

1. INTRODUÇÃO

Os taninos pertencem ao grupo de compostos fenólicos provenientes do metabolismo secundário das plantas, no qual estão associados, principalmente, ao mecanismo de defesa dos vegetais. Estes compostos são amplamente distribuídos nos vegetais (presentes nas cascas, madeiras, raízes, folhas, flores e frutos), sendo comuns nas gimnospermas e angiospermas (FALKENBERG et al., 2003). No entanto, somente em determinadas espécies sua extração é economicamente viável.

Os taninos são substâncias com a capacidade de precipitar as proteínas presentes nas peles, transformando-

as em couro, sendo muito utilizados em curtumes. Adicionalmente, são empregados na perfuração de poços (CALEGARI et al., 2014), no tratamento de águas devido a sua ação floculante sobre certos compostos (SILVA, 1999), controle da viscosidade de líquidos no interior de canalizações, impedindo obstruções (CARNEIRO, 2006), contra organismos xilófagos (SHIMADA, 1998) e na fabricação de tintas e adesivos, podendo substituir o adesivo sintético fenol-formaldeído na colagem de madeiras (MORI, 1997).

No Nordeste brasileiro, os curtumes tradicionais exploram o angico-vermelho [*Anadenanthera colubrina*

var. *cebil* (Griseb.) Altschul], que apresenta em torno de 14% de taninos na casca (PAES et al., 2010). Existem outras espécies arbustiva-arbóreas potenciais para extração de taninos, entre as quais se destaca a jurema-preta [*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.], que apresenta alta densidade florística na respectiva região (PAES et al., 2006a). Atualmente a jurema-preta vem sendo explorada para produção de energia, seja pela queima da madeira e casca. Cabe ressaltar que a sua madeira (tronco sem casca) pode ser utilizada para finalidade energética, entretanto, a casca poderia ser empregada para a extração de taninos.

Existem diferentes métodos de extração de taninos. A extração normalmente é simples, apenas com água quente em autoclaves (MORI, 1997; PIZZI et al., 1986). A temperatura e o tempo de extração influenciam significativamente na qualidade dos extratos tânicos, além de influir diretamente no consumo de energia e, conseqüentemente, no custo de produção. O processo de extração também envolve a retirada concomitante de outros grupos de compostos, tais como açúcares e gomas, que prejudicam a qualidade dos extratos gerados. Portanto, as condições de extração influenciam diretamente na qualidade dos taninos, e essas condições devem ser otimizadas objetivando a produção de extratos com propriedades adequadas para cada uso.

Atualmente, visando a sustentabilidade, procura-se realizar a utilização total dos produtos florestais para reduzir ao máximo a geração de resíduos e, assim, agregar produtos associados de uso direto e/ou indireto. Com isso, surgem novas alternativas tecnológicas com o emprego da madeira na geração de energia ecoeficiente, a casca para extração de taninos vegetais, dentre outras, as quais abrangem a possibilidade de suprir as necessidades de pequenos empreendimentos, proprietários rurais e, principalmente, das comunidades existentes na região Nordeste do Brasil e demais localidades. O presente estudo teve como objetivo determinar o teor de umidade e a produtividade em casca e taninos condensados para indivíduos de *Mimosa tenuiflora*, considerando-se os diferentes tempos de extração (1, 2 e 3 horas).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Obtenção dos indivíduos arbóreos

Para condução do estudo utilizou-se nove árvores adultas de jurema-preta [*Mimosa tenuiflora* (Willd.) Poir.], selecionadas aleatoriamente no Núcleo de Pesquisas do Semiárido (Fazenda NUPEÁRIDO), a qual localiza-se a 6 quilômetros ao sudeste do município de Patos, Paraíba (PB), com coordenadas geográficas de 07° 05' 10" Sul (S) e 37° 15' 43" Oeste (W) (SALES, 2008), pertencente à Universidade Federal de Campina Grande (UFCG).

Os solos da Fazenda NUPEÁRIDO são relativamente homogêneos e apresentam limitações quanto à profundidade, estrutura, textura e fertilidade. O local apresenta áreas com baixa densidade de vegetação arbustivo-arbórea. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é tropical semiárido (BSh), quente e seco, com curta estação chuvosa. A precipitação e temperatura médias anuais são de cerca de 700 milímetros (mm) e 28 °C, respectivamente (SOUZA, 2012). Por tratar-se de povoamento natural multiêneo, as árvores utilizadas apresentavam idades variando de 20 aos 35 anos.

Em setembro de 2010 mediu-se o diâmetro basal com casca (DBcc) de cada árvore a cerca de 10 centímetros (cm) de altura a partir do solo, sendo realizado em seguida o seu abate. Os indivíduos apresentavam fustes tortuosos e bifurcados, por isso, seccionaram-se cada bifurcação (galho) no seu extremo superior. Conjuntamente foi determinado seu diâmetro com casca nas respectivas posições, ou seja, o diâmetro superior com casca das bifurcações (DSc). A partir do local de secção dos galhos, mediu-se com fita métrica, graduada em cm, a altura destes até a base, o qual se obteve um valor para cada galho. Com base nestes valores individuais calculou-se a altura comercial média de cada árvore (Figura 1).

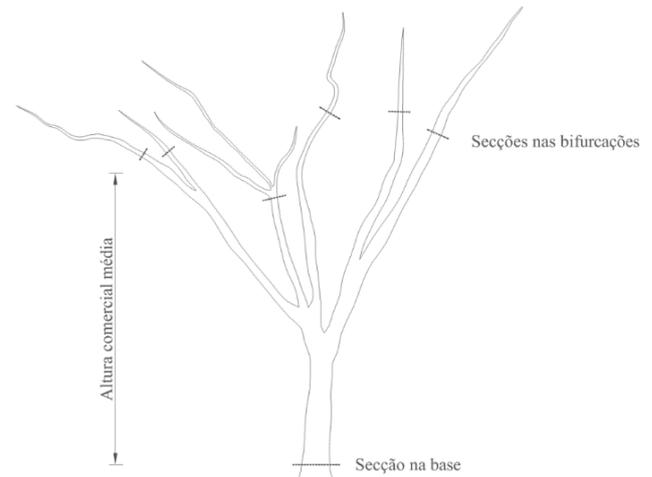


Figura 1. Modelo esquemático de um indivíduo arbóreo de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*), com indicação dos locais de seccionamento e altura comercial média.

2.2. Determinação do teor de umidade das cascas verdes

No momento do abate, de cada árvore, retiraram-se amostras compostas de cascas, as quais foram acondicionadas em sacos plásticos para evitar a perda de umidade. Posteriormente, foram submetidas à pesagem para obtenção da massa úmida, seguida da secagem em estufa com circulação forçada de ar (103 ± 2 °C) até massa constante (massa anidra), a fim de determinar o teor de umidade base seca (Equação 1).

$$TU_{bs} = \left(\frac{M_u - M_a}{M_a} \right) \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

Em que: TU_{bs} = teor de umidade base seca, %; M_u = massa úmida da amostra, g; M_a = massa anidra da amostra, g.

2.3. Retirada e preparação das cascas

Os troncos e galhos foram transportados para o Laboratório de Tecnologia de Produtos Florestais (LTPF) do Centro de Saúde e Tecnologia Rural (CSTR/UFCG), onde foram mantidos úmidos (sistema de aspersão) para evitar perda de umidade e assim facilitar o processo de descascamento. A retirada das cascas ocorreu em até 48 horas após o abate das árvores. Realizou-se a remoção manual da casca, de cada indivíduo arbóreo, com auxílio de ferramentas (facões e martelos). Posteriormente, as cascas dos troncos e galhos foram mantidas em ambiente ventilado para a secagem natural.

Após secagem ao ar, as cascas referentes a cada árvore foram individualmente pesadas e, simultaneamente, retiraram-se amostras para determinação do teor de umidade de equilíbrio (Equação 1). A partir dos dados de massa seca ao ar e do teor de umidade de equilíbrio destas (obtido pelas amostras), calculou-se a massa anidra de casca gerada por cada árvore (Equação 2). Com a massa anidra e o teor de umidade das cascas a campo (obtido pelas amostras), calculou-se a massa de casca verde, isto é, massa de casca no teor de umidade em condição de campo (Equação 3).

$$M_a = \frac{M_s}{1 + \left(\frac{TU_{eq}}{100}\right)} \quad (\text{Equação 2})$$

$$M_u = \frac{M_a}{1 + \left(\frac{TU_{úmido}}{100}\right)} \quad (\text{Equação 3})$$

Em que: M_a = massa anidra, g; M_s = massa de casca seca ao ar, g; TU_{eq} = teor de umidade de equilíbrio ao ar; M_u = massa úmida de casca a campo (casca verde); $TU_{úmido}$ = teor de umidade da casca verde, %.

As cascas provenientes de cada árvore foram posteriormente misturadas, fragmentadas em moinho do tipo martelo e classificadas em peneira, sendo utilizada a porção do material que passou na peneira de tela 16 mesh (1,000 mm) e ficou retida na tela de 60 mesh (0,250 mm), sendo armazenadas em sacos plásticos hermeticamente fechados e escuros, para evitar a absorção higroscópica de umidade do ar, a degradação fotoquímica e ataques por microrganismos.

2.4. Obtenção do extrato líquido

Para a obtenção do extrato líquido, as cascas foram submetidas à fervura em autoclave (apenas com água destilada), sob diferentes tempos de extração, correspondendo a três tratamentos (1, 2 e 3 horas). Para cada quilograma de casca anidra adicionou-se 5 litros de água destilada (relação 1:5). Com o intuito de maximizar a extração, as amostras foram submetidas a duas extrações, tornando a relação final casca:água de 1:10. Após cada extração, o extrato líquido foi filtrado em flanela para retenção da parte sólida (cascas), que foi descartada. O extrato líquido foi submetido a segunda filtração, desta vez utilizou-se cadinho de vidro sintetizado de porosidade 2 (40 a 100 μm), adaptado à bomba de vácuo.

2.5. Quantificação da porção tânica do extrato líquido

O extrato líquido filtrado foi analisado quanto ao teor de sólidos totais (TST) e o Índice de Stiasny (IS), os quais foram realizados em duplicata para cada repetição. A partir destes dados e do teor de umidade das cascas, calculou-se o teor de taninos condensados (TTC), quantidade de taninos por unidade de massa de casca (seca e úmida) e quantidade de taninos por árvore.

- Determinação do teor de sólidos totais (TST): Uma primeira alíquota de 50 mililitros (mL) do extrato filtrado foi levada à estufa com circulação forçada de ar (103 ± 2 °C) até massa constante. A determinação do teor de sólidos totais foi obtida conforme Equação 4.

$$TST = \left(\frac{M_r}{M_{a_e}}\right) \times 100 \quad (\text{Equação 4})$$

Em que: TST = teor de sólidos totais, %; M_r = massa anidra do resíduo nos 50 mL extrapolado para o volume da solução, g; M_{a_e} = massa anidra de partículas utilizadas na extração, g.

- Determinação do Índice de Stiasny (IS): Uma segunda alíquota de 50 mL do extrato filtrado foi inserida em balão de fundo chato, em seguida adicionou-se 4 mL de formaldeído P.A (HCHO a 37 – 40%) e 1 mL de ácido clorídrico P.A (HCl a 37%). Com o emprego de uma manta elétrica e um condensador (adaptados ao respectivo balão), a solução foi aquecida sob refluxo durante 30 minutos. Nestas condições os taninos condensados formam complexos insolúveis, facilmente separados por filtração com filtro de papel. O material retido no filtro de papel foi lavado com água destilada e, posteriormente, submetido à secagem em estufa com circulação forçada de ar (103 ± 2 °C) até massa constante. Calculou-se o Índice de Stiasny conforme a Equação 5.

$$IS = \left(\frac{M_{ptt}}{M_r}\right) \times 100 \quad (\text{Equação 5})$$

Em que: IS = Índice de Stiasny, %; M_{ptt} = massa anidra do precipitado tanino-formaldeído presente na alíquota de 50 mL extrapolado para o volume da solução, g; M_r = massa anidra do resíduo nos 50 mL extrapolado para o volume da solução, g.

- Determinação do teor de taninos condensados (TTC): Obteve-se pela multiplicação entre o teor de sólidos totais e o Índice de Stiasny, conforme a Equação 6.

$$TTC = \frac{TST \times IS}{100} \quad (\text{Equação 6})$$

Em que: TTC = teor de taninos condensados, %; TST = teor de sólidos totais, %; IS = Índice de Stiasny, %.

2.6. Determinação da quantidade de taninos puros por unidade de massa de casca

Com base no teor de taninos condensados, calculou-se a quantidade de taninos puros existente para cada unidade de massa (kg) de casca anidra (Equação 7) e, considerando seu teor de umidade, da casca verde (Equação 8).

$$M_{tp/ca} = TTC \times 10 \quad (\text{Equação 7})$$

$$M_{tp/c} = TTC \times M_{a_{1kg}} \quad (\text{Equação 8})$$

Em que: $M_{tp/ca}$ = massa de taninos puros por kg de casca anidra, g; $M_{tp/c}$ = massa de taninos puros por kg de casca, kg; TTC = teor de taninos condensados, %; $M_{a_{1kg}}$ = massa anidra de 1 kg de casca em função do teor de umidade (Equação 2).

2.7. Determinação da quantidade de taninos por árvore

A partir da massa de casca úmida obtida de cada árvore de jurema-preta, estimou-se a quantidade de taninos puros que pode ser obtido de cada árvore a campo (Equação 9).

$$Q_{t/a} = M_{tp/c} \times M_c \quad (\text{Equação 9})$$

Em que: $Q_{t/a}$ = quantidade de taninos por árvore, kg; $M_{tp/c}$ = massa de taninos puros por kg de casca, g; M_c = massa de casca, kg.

2.8. Análise dos dados e delineamento experimental

Realizou-se inicialmente análise exploratória dos dados, com cálculos das medidas de posição centrais e dispersão das seguintes variáveis: diâmetro basal com casca (DBcc), diâmetro superior com casca das bifurcações (DSc), número de bifurcações por árvore, altura comercial média, teor de umidade das cascas verdes, teor de umidade de equilíbrio das cascas e massas seca ao ar, anidra e verde (condição de campo) das cascas. Algumas das variáveis foram analisadas por meio da análise de regressão.

Para as extrações utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC). As cascas das nove árvores de jurema-preta foram homogeneizadas e os tratamentos corresponderam aos três tempos de extração (1, 2 e 3 horas), e analisaram-se as três extrações (repetições) em duplicatas.

Os resultados experimentais referentes à avaliação dos extratos tânicos líquidos foram transformados (logaritmo neperiano) a fim de contemplar a homocedasticidade e a normalidade dos dados, sendo posteriormente, interpretados por meio de análise de variância (teste de F), no qual se realizou a comparação de médias pelo teste de Tukey, e análise de regressão. Em todos os casos considerou-se 5% de probabilidade de erro.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1. Caracterização dos indivíduos arbóreos

Os indivíduos arbóreos de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*) apresentaram valor médio de 11,4 cm de diâmetro basal com casca (DBcc) e coeficiente de variação (CV) de 10,6%. Todos os indivíduos eram bifurcados, com média de 3,4 galhos/árvore (CV de 38,7%), sendo que o diâmetro médio com casca destas bifurcações no local de secionamento (DSc) foi de 5,5 cm (CV de 21,2%), correspondendo à altura comercial média de 2,5 metros e CV de 12,5%.

Maia (2012) cita que a espécie possui de 5 à 7 m de altura e abundante ramificação, sendo que em indivíduos normais, com crescimento sem perturbações, essas ramificações ocorrem acima da meia-altura. De maneira semelhante, Lorenzi (2002) descreveu esta espécie como sendo uma planta que possui de 4 à 6 m de altura, tronco curto, tortuoso e de 20 à 30 cm de diâmetro (DAP), e apresenta porte arbustivo quando desenvolve-se em terreno pedregoso. Observa-se, portanto, que os indivíduos analisados no presente estudo apresentaram dimensões inferiores àquelas citadas por Lorenzi (2002) e Maia (2012). Tal fato deve-se, provavelmente, às condições edafoclimáticas desfavoráveis do local do presente estudo.

3.2. Quantificação das cascas de jurema-preta

As cascas verdes apresentaram teor de umidade médio de 55,5% (CV de 21,5%), e após secagem ao ar, atingiram o teor de umidade de equilíbrio de 10,5% (CV de 2,8%). Após secas ao ar, observou-se a produção de 4,098 kg de casca/árvore (CV de 20,5%). No que se refere às cascas no momento da coleta (casca verde), devido a influência do teor de umidade, foram geradas 5,773 kg de casca/árvore (CV de 22,8%). A quantidade de casca anidra, isto é, completamente seca, correspondeu a 3,707 kg de casca/árvore (CV de 20,4%).

Na avaliação de árvores de jurema-preta que se desenvolveram na mesma condição deste experimento,

Paes et al. (2006a) observaram teores de umidade da casca, no momento de abate, de 75,6% e, quando secas ao ar, de 8,1%. Tais valores diferem aos obtidos no presente estudo, provavelmente, devido às variações das condições atmosféricas do respectivo local de acordo com a época do ano.

Equações de regressão simples relacionando o diâmetro basal com casca e as massas da casca em diferentes condições apresentaram-se significativas, no qual explicaram mais de 67% da variação da variável independente (Tabela 1 e Figura 2).

Tabela 1. Equações ajustadas das estimativas das massas verde, seca ao ar e anidra em função do diâmetro basal com casca dos indivíduos de *Mimosa tenuiflora*.

Equações	r ² _{aj.}	S _{yx}	F _{calc.}
Mv = 1/(-0,131605+3,52275/DBcc)	67,1	0,0229	17,30*
Mas = 1/(-0,183396+4,91685/DBcc)	81,5	0,0221	36,32*
Ma = 1/(-0,200634+5,41098/DBcc)	81,7	0,0241	36,82*

Mv = massa verde; Mas = massa seca ao ar; Ma = massa anidra; DBcc = diâmetro basal com casca; r²_{aj.} = coeficiente de determinação ajustado, %; S_{yx} = erro padrão da estimativa, kg; F_{calc.} = valor de F calculado; *estatisticamente significativo a 5% de probabilidade.

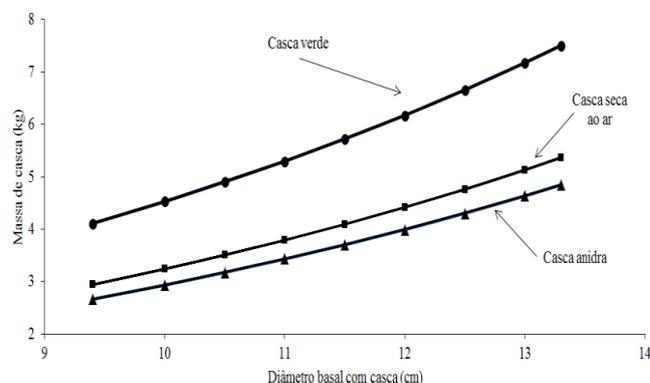


Figura 2. Estimativas das equações referentes as massas verde, seca ao ar e anidra da casca dos indivíduos de *Mimosa tenuiflora*.

Conforme esperado, o aumento do diâmetro das árvores proporciona gradativo aumento da quantidade de casca gerada por cada árvore. No entanto, a importância principal das equações ajustadas entre estas variáveis refere-se em estimar a quantidade de casca gerada pela espécie a partir do conhecimento do diâmetro basal das mesmas, considerando-se as distintas condições de umidade em que a casca se encontra. Para um mesmo diâmetro basal, observa-se que maior massa de casca é obtida para materiais mais úmidos, o que se deve à contribuição proporcionada pela presença de água. No caso da casca quando anidra inexistente influência proporcionada pela água no material, devendo esta situação ser preferida para fins de comparações.

3.3. Avaliação dos extratos tânicos

A comparação dos parâmetros referentes à avaliação do extrato tânico considerando os tempos de extração é apresentada na Figura 3. O teor de sólidos totais, o qual expressa o rendimento em extrato sólido bruto, foi maior para o período de extração de 3 horas, diferindo estatisticamente das extrações durante 1 e 2 horas. O Índice de Stiasny, o qual se refere à porção de extrativos totais correspondente a taninos puros (polifenóis), apresentou-se superior para a extração realizada por 2 horas, porém não

houve diferença estatística em referência ao tempo de extração em 3 horas. O teor de taninos condensados no material analisado (casca), por sua vez, apresentou-se estatisticamente superior para a extração de 3 horas, diferindo dos demais tempos de extração.

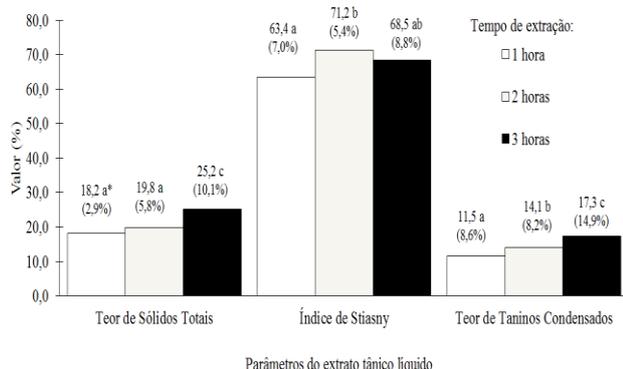


Figura 3. Valores médios e coeficiente de variação (entre parênteses) dos parâmetros relativos à avaliação do extrato tânico obtido da casca de *Mimosa tenuiflora* para os diferentes tempos de extração. *Valores médios seguidos pela mesma letra, para o mesmo parâmetro, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ($p \geq 0,05$).

Paes et al. (2006a), na análise da extração com período de duas horas, citaram valores médios relativos, a quantificação do extrato tânico de *Mimosa tenuiflora*, semelhantes aos obtidos no presente estudo (TST = 26,3%; IS = 67,4% e TTC = 17,7%). As pequenas variações observadas podem estar relacionadas à idade das árvores, qualidade do sítio, situação fitossociológica, metodologia empregada, dentre outros fatores.

O angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan var. *cebil* (Gris.) Alts.), espécie tradicionalmente empregada na indústria de curtumes de peles da região Nordeste, apresentou valores médios menores e/ou similares aos obtidos neste estudo (LIMA et al., 2014; PAES et al., 2006b; SARTORI et al., 2014). Tal constatação trata-se de indicativo potencial do possível uso da jurema-preta para a extração de taninos na respectiva região, além de minimizar a exploração intensa da população sobre o angico-vermelho. Observa-se ainda que o tempo de extração influenciou pouco o IS, sendo maior a influência sobre o TST, e por consequência, no TTC, o qual aponta que o aumento do tempo favoreceu à extração, não somente dos compostos fenólicos (taninos condensados), mas também a retirada concomitante de outros grupos de compostos, tais como açúcares, gomas e amidos.

Dos parâmetros relacionados ao extrato tânico, o teor de taninos condensados (TTC) é o que apresenta maior importância, pois representa a porcentagem de polifenóis (taninos puros) obtidos a partir da casca (Figura 4). Verifica-se que o teor de taninos condensados desenvolveu tendência crescente exponencial com o aumento do tempo de extração de 1 a 3 horas, sendo tal modelo de regressão significativo ao nível de 5% de probabilidade. Observa-se, portanto, boa relação entre o tempo de extração e o TTC ($r^2_{aj.}$ de 85,5%), com destaque para o tempo de 3 horas. O tempo de extração de 3 horas em autoclave também foi utilizado por Mori et al. (2001), com o emprego da casca de distintas espécies de eucaliptos, os quais justificaram esse tempo em função dos melhores rendimentos obtidos.

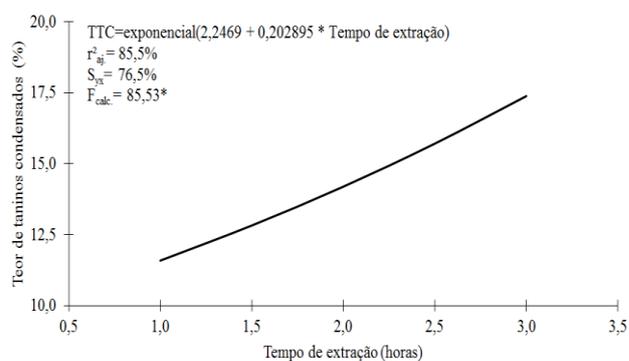


Figura 4. Teor de taninos condensados (TTC), obtido da casca de *Mimosa tenuiflora*, em função do tempo de extração. $r^2_{aj.}$ = coeficiente de determinação ajustado; S_{yx} = erro padrão da estimativa; $F_{calc.}$ = valor de F calculado; *estatisticamente significativo a 5% de probabilidade.

Na avaliação do efeito de distintas condições para a extração de compostos fenólicos, incluindo os taninos condensados, para a espécie *Centella asiatica*, Chew et al. (2011) avaliaram distintos tempos de extração (1 a 5 horas), visto que este fator é importante na minimização de custos no processo industrial. O máximo rendimento em compostos fenólicos foi atingido em 2 horas de extração, sendo que posteriormente, o teor de taninos condensados apresentou redução. Justificaram pelo fato de que prolongados períodos de extração aumentam a exposição dos compostos fenólicos ao oxigênio, aumentando a chance de oxidação dos mesmos. Adicionalmente, a redução do teor de compostos fenólicos com o aumento do tempo de extração poderia ser ocasionada devido a enzimas presentes no tecido vegetal, as quais destruiriam os compostos fenólicos. Após 3 horas de extração não foi observado diferença significativa com os demais tempos avaliados (4 e 5 horas), justificando o fato devido a difusão, sendo que teria ocorrido o equilíbrio de concentração existente na solução e no material sob extração.

Avaliando a extração de taninos a partir de *Anacardium occidentale*, Lokeswari et al. (2010) observaram que a redução destes compostos é menor sob baixa temperatura (40 °C), sendo que o aumento do tempo de extração apresentou-se menos prejudicial. Altas temperaturas de extração promovem hidrólise e a extração de compostos indesejáveis, tais como hemiceluloses, gomas e pectinas. Tais compostos não-tânicos aumentam a viscosidade do extrato e geram produtos com baixa relação tânico/não-tânicos. Extrações prolongadas sob altas temperaturas geram extratos com cores escuras, sendo estes menos atrativos. Nessas condições, para o presente estudo, o aumento do tempo de extração (superior a 3 horas) não garantiria um aumento do rendimento em taninos condensados, podendo haver um possível decréscimo da qualidade do extrato tânico.

3.4. Determinação da quantidade de taninos por unidade de massa de casca e por árvore

Com relação a unidade de massa, quanto maior o teor de unidade da casca, menor será o rendimento em taninos, pelo fato que parte dessa massa corresponde à água (Tabela 2). Considerando a produtividade média em casca de 3,707 kg de casca anidra/árvore, gerou-se, aproximadamente 427, 523 e 642 g de taninos puros para os tempos de extrações de 1, 2 e 3 horas, respectivamente,

independentemente do teor de umidade. Na Figura 5 demonstra-se a análise de regressão linear simples através da relação entre o rendimento em taninos puro por árvores de jurema-preta, durante o tempo de 3 horas de extração, e o diâmetro basal com casca.

Tabela 2. Rendimento em taninos condensados (em gramas), obtidos a partir da *Mimosa tenuiflora*, por kg de casca, considerando-se diferentes tempos de extração e teores de umidade.

Tempo de extração (horas)	Teor de Umidade (%)		
	0	10,5	55,5
1	115,00	104,07	73,95
2	141,00	127,60	90,68
3	173,00	156,56	111,25

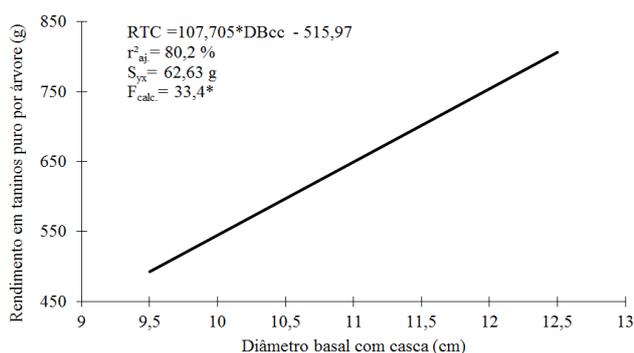


Figura 5. Rendimento em taninos condensados (RTC), obtido da casca de *Mimosa tenuiflora*, em função do diâmetro basal com casca (DBcc) para o tempo de extração de 3 horas. r^2_{aj} = coeficiente de determinação ajustado; S_{yx} = erro padrão da estimativa; F_{calc} = valor de F calculado; *estatisticamente significativo a 5% de probabilidade.

Da mesma forma, a relação entre o diâmetro basal das árvores de jurema-preta e a produção de casca, obteve rendimento de taninos condensados em função da primeira variável, citada anteriormente, também mostrou-se estatisticamente significativo, com base no nível de 5% de probabilidade. O presente estudo é de fundamental importância para o desenvolvimento das potencialidades vegetais existentes na Caatinga, ainda inexploradas e/ou utilizadas inadequadamente, tal como ocorre com a jurema-preta. Pode-se, assim, promover a maior abrangência de produtos e mercado, aliando o desenvolvimento das comunidades situadas em tal localidade e, conseqüentemente, da região do Nordeste brasileiro. Porém, são importantes e necessários estudos específicos complementares sobre a viabilidade técnica dos extratos tânico de jurema-preta para as diversas finalidades, além da análise da produção comercial sustentável da espécie por pequenos e médios produtores.

4. CONCLUSÕES

Desde o momento do abate até a secagem ao ar (teor de umidade de equilíbrio), as cascas de *Mimosa tenuiflora* apresentaram variação decrescente de 55,5% a 10,5% de umidade. A espécie atingiu a produção de, aproximadamente, 4,1 kg de casca por árvore, referindo-se a mesma seca ao ar. O tempo de extração de 3 horas destacou-se por gerar o maior teor de taninos condensados, quando comparado aos tempos de 1 e 2 horas.

5. AGRADECIMENTOS

O presente trabalho foi realizado com o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) – Brasil.

6. REFERÊNCIAS

CALEGARI, L. et al. Eficiência de extrato tânico combinado ou não com ácido bórico na proteção da madeira de *Ceiba pentandra* contra cupim xilófago. *Floresta*, Curitiba, v. 44, n. 1, p. 43-52, jan./mar. 2014.

CARNEIRO, A. C. O. **Efeito da hidrólise ácida e sulfitação de taninos de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden e *Anadenanthera peregrina* Speg., nas propriedades dos adesivos.** 2006. 158f. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

CHEW, K. K. et al. Effect of ethanol concentration, extraction time and extraction temperature on the recovery of phenolic compounds and antioxidant capacity of *Centella asiatica* extracts. *International Food Research Journal*, Selangor, v. 18, n. 2, p. 571-578, abr./jun. 2011.

FALKENBERG, M. B. et al. Introdução à análise fitoquímica. In: SIMÕES, C. M. O. et al. (Orgs.) **Farmacognosia: da planta ao medicamento.** 5. ed. Porto Alegre: UFRGS/UFSC, 2003. p. 229-246.

LIMA, C. R. et al. Potencialidade dos extratos tânico de três espécies florestais no curtimento de peles caprinas. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 18, n. 11, p. 1192-1197, nov. 2014.

LOKESWARI, N. et al. Extraction of tannins from *Anacardium occidentale* and effect of physical parameters. *Journal of Pharmacy Research*, Khara, v. 3, n. 4, p. 906-908, abr. 2010.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas do Brasil.** v. 2, 2. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum, 2002. 368 p.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvore e arbustos e suas utilidades.** 2. ed. Fortaleza: Printcolor Gráfica e Editora, 2012. 413p.

MORI, C. et al. Uso de taninos da casca de três espécies de *Eucalyptus* na produção de adesivos para colagem de madeira. *Revista Árvore*, Viçosa, v. 25, n. 1, p. 19-28, jan./fev. 2001.

MORI, F. A. **Uso de taninos da casca de *Eucalyptus grandis* para produção de adesivos.** 1997. 47 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1997.

PAES, J. B. et al. Avaliação do potencial tanífero de seis espécies florestais de ocorrência no Semi-Árido brasileiro. *Cerne*, Lavras, v. 12, n. 3, p. 232-238, jul./set. 2006a.

PAES, J. B. et al. Viabilidade técnica dos taninos de quatro espécies florestais de ocorrência no Semiárido brasileiro no curtimento de peles. **Ciência Florestal**, Santa Maria, v. 16, n. 4, p. 453-462, out./dez. 2006b.

PAES, J. B. et al. Substâncias tânicas presentes em várias partes da árvore angico-vermelho (*Anadenanthera colubrina* (Vell.) Brenan. var. *cebil* (Gris.) Alts.). **Scientia Forestalis**, Piracicaba, v. 38, n. 87, p. 441-447, set. 2010.

PIZZI, A. et al. Polyflavonoid tannins - a main cause of soft-rot failure in CCA – treated timber. **Wood Science and Technology**, New York, v. 20, n. 1, p. 71-81, jan. 1986.

SALES, F. C. V. **Revegetação de área degradada da caatinga por meio da semeadura ou transplante de mudas de espécies arbóreas em substrato enriquecido com matéria orgânica**. 2008. 64 f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) – Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2008.

SARTORI, C. J. et al. Rendimento gravimétrico em taninos condensados nas cascas de *Anadenanthera peregrina* em diferentes classes diamétricas. **Cerne**, Lavras, v. 20, n. 2, p. 239-244, abr./jun. 2014.

SHIMADA, A. N. **Avaliação dos taninos da casca de *Eucalyptus grandis* como preservativo de madeira**. 1998. 56 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1998.

SILVA, T. S. S. **Estudo de tratabilidade físico-química com uso de taninos vegetais em água de abastecimento e de esgoto**. 1999. 87 f. Dissertação (Mestrado em Saúde Pública) – Fundação Oswaldo Cruz, Rio de Janeiro, 1999.

SOUZA, A. D. **Diagnóstico para implantação de modelos agroflorestais na fazenda NUPEÁRIDO, Patos - PB**. 2012. 79 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2012.