

## AVALIAÇÃO DO CONTEÚDO EM TANINOS CONDENSADOS DE ALGUMAS ESPÉCIES TÍPICAS DO CERRADO MINEIRO.

Paulo Fernando Trugillho<sup>1</sup>

Ronaldo Pereira Caixeta<sup>2</sup>

José Tarcísio Lima<sup>1</sup>

Lorival Marin Mendes<sup>1</sup>

RESUMO: O objetivo do trabalho é a quantificação da fração de extrativos solúveis em água quente, representados pelos taninos condensados, contidos na casca de inúmeras espécies florestais, principalmente para aquelas que normalmente se encontram vegetando no cerrado, visando a sua potencialidade para exploração comercial. Considerando-se que a casca constitui um resíduo florestal significativo em termos quantitativos e qualitativos, qualquer alternativa viável para a sua exploração industrial poderá minimizar os impactos relacionados com a sua perda inevitável, que ocorre normalmente nas indústrias de transformação da madeira. Dado a ausência de alternativas de exploração e uso, a casca da madeira é na maioria dos casos usada para fins energéticos, sendo queimada em caldeiras para produção de energia. Assim, à partir da extração com uma relação de 25:1 de água/casca para as espécies jacarandá mineiro - *Machaerium villosum* Vog., angico vermelho - *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.), sucupira - *Bowdichia virgilioides* Kunth., óleo copaiba - *Copaifera landsdorffii* Desf., pau pereira - *Platicyamus regnelli* Benth., angico cangalha - *Peltophorum dubium* (Spreng) Taule., jacarandá-branco - *Platypodium elegans* Vog., pau jacaré - *Piptadenia gonoacantha* (Mart) Macbr., goiabeira - *Psidium guajava* L., e açoita cavalo - *Luechea canducans* Mart. et Zucc, foi determinado o teor de taninos condensados na fração de extrativos totais pelo método de Stiasny, citado por DOAT (1978).

O pau jacaré, o angico vermelho e a goiabeira foram as espécies com maior potencial para utilização industrial da casca na produção de taninos condensados, pois apresentaram as maiores quantidades desse produto, respectivamente 18,63, 18,51 e 15,98%, . A espécie que forneceu menor quantidade de tanino foi o pau pereira com 1,35%.

PALAVRAS - CHAVES: Casca, Extrativos, Taninos Condensados.

---

<sup>1</sup> Professores do Departamento de Ciências Florestais - Universidade Federal de Lavras

<sup>2</sup> Aluno do Curso de Engenharia Florestal - Universidade Federal de Lavras.

## ESTIMATION OF CONDENSED TANNINS ON SOME TYPICAL CERRADO SPECIES

**ABSTRACT** - The objective of this work was to evaluate the fraction of hot water soluble extractives, represented by condensed tannins, from the bark of several cerrado species. Because bark represents a significant amount of, forest residue both and any viable alternative for industrial exploitation could reduce losses during transformation and increase multiple use. Usually, bark is used for energy given a lack of viable and economic alternative uses. An extraction with 1:25 bark to water ratio (weight basis), was performed in - *Machaerium villosum* Vog., angico vermelho - *Anadenanthera macrocarpa* (Benth)., sucupira - *Bowdichia virgilioides* Kunth., óleo copaiba - *Copaifera landsdorffi* Desf., pau pereira - *Platycamus regenelli* Benth., angico cangalha - *Peltophorum dubium* (spreng) Taule., jacarandá-branco - *Platypodium elegans* Vog., pau jacaré - *Piptadenia gonoacantha* (Mart) Macbr., goiabeira - *Psidium guajava* L., and açoita cavalo - *Luechea canducans* Mart. et Zucc, according to the methodology of Stiasny, cited by Doat (1978). Pau jacaré (18,63%) angico vermelho, (18,51%) and goiabeira, (15,98%) presented the highest amounts of condensed tannins; on the other hand, pau pereira yielded only 1,35%.

KEY-WORDS: Bark, Extractives, Condensed Tannins.

### 1. INTRODUÇÃO

A casca constitui entre 10 e 15% do peso da madeira e esta proporção é particularmente importante no caso dos galhos e árvores de menor diâmetro (Sjöström, 1993). Por muitos anos este material foi considerado como um simples resíduo da indústria de transformação da madeira.

Infelizmente a maior parte das pesquisas sobre a casca foi centralizadas em utilizações que implicam um mínimo de transformação deste produto. Assim, ao longo dos anos a casca tem sido usada para outras finalidades, tais como combustível, leitões para animais, substrato para culturas de fungos comestíveis, corretivos para o solo, entre outras.

A utilização do pleno potencial da casca implica igualmente no uso de seus constituintes secundários o que envolverá, de certa forma, o conhecimento da sua natureza química. Quando comparada à madeira, a casca sempre recebeu menor atenção principalmente

no que concerne a sua constituição química. A casca tem uma composição química mais complexa e guardam uma grande variedade de produtos químicos, sendo que a maioria é potencialmente exploráveis.

Entretanto, problemas de extração, separação, isolamento e purificação destes produtos tem constituído freqüentemente uma barreira à utilização industrial deste resíduo (Laver, 1991). Comparada à madeira, a casca mostra um conteúdo em extrativos geralmente superior e notadamente de maior diversidade. Em geral, a extração destes produtos da casca se faz à partir dos mesmos métodos utilizados para a madeira (Browning, 1963), o que representa, sem dúvida, uma alternativa encorajante, tendo em vista a confirmada consolidação dos mesmos.

Devido a diversidade das famílias químicas presentes na fração de extrativos da casca, há a necessidade de utilizar solventes específicos para o isolamento de certos produtos, sendo que um destes é representado pelos compostos fenólicos, os quais constituem a fração mais significativa, podendo atingir, às vezes, 50% da massa seca da casca. O interesse por estes derivados é grande, pois neste grupo estão presentes os taninos, compostos fenólicos de utilização diversificada em vários setores industriais tais como: farmacêuticos, curtimento de pele, corantes, adesivos para madeira e derivados.

Alguns tipos de taninos, podem ser extraídos a partir de processos industriais simples, devido a solubilidade deste composto em água (Latif, 1966). A viabilidade técnica e econômica do processo de extração da casca para obtenção de taninos seria altamente favorecida, não somente pela grande disponibilidade deste resíduo nas principais indústrias de transformação da madeira, como também por ser a água um produto integrado a vários tipo de atividade industrial. O que não ocorre certamente com a maioria dos outros tipos de solventes, os quais freqüentemente estão associados a problemas de custos, armazenamento, manipulação e recuperação, que constituem, sem dúvida, obstáculos a implantação de um sistema de exploração industrial da casca para recuperação de determinados tipos de extrativos de interesse global.

O objetivo deste trabalho foi avaliar o conteúdo em taninos condensados da casca de galhos de algumas espécies tradicionais que vegetam no Campus da Universidade Federal de Lavras - UFLA, sendo que várias destas são comuns nos cerrados e savanas de Minas Gerais. Pretende-se também a partir de um índice, o número de Stiasny, indicar possíveis espécies com potencial fungicida visando a proteção quer seja da madeira verde ou em serviço.

## 2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

Segundo Pizzi (1993), o termo "tanino" tem sido usado freqüentemente para definir duas classes diferentes de compostos químicos de natureza fenólica, ou seja, os taninos hidrolisáveis e os taninos condensados. Para Metche (1980), os taninos hidrolisáveis podem ser considerados como poliésteres da glucose, podendo ser classificados em duas categorias; (a) os galotaninos, que por hidrólise ácida liberam o ácido gálico e seus derivados; (b) os elagitaninos, que por hidrólise liberam o ácido elágico, ácido valônico, sendo o ácido elágico o mais importante.

Numa linguagem genérica, Pizzi (1993), afirma que os taninos condensados consistem de unidades de flavonóides possuindo diferentes graus de condensação e então invariavelmente associados com seus precursores inéditos, denominados de flavan-3-ols (catechin) e flavan 3-4 diols (leucoantocyanidins). Os taninos vegetais ou naturais são por definição substâncias que apresentam a propriedade de se associar e de se combinar com proteínas e com certos poliois. Este comportamento é a base das propriedades tanantes que eles exercem sobre o colágeno da pele dos animais ao curso de sua transformação em couro. A precipitação das proteínas salivares e glicoproteínas bucais permite explicar a fisiologia da ação adstringente dos taninos nos tecidos vegetais antes de sua maturidade.

Estas propriedades únicas dos taninos permitem então transformar a "pele" dos animais, extremamente putrecíveis em "couro" capazes de suportar tratamentos rigorosos, além de conferir resistência ao apodrecimento.

De acordo com Zaman e Khan (1961), a utilização de taninos em artefatos de couros remonta à antigüidade, considerando que os arqueólogos encontraram artigos em couro datados de 10.000 AC, mostrando traços de taninos. Segundo Pourrat (1980), somente à partir do final do século XVII que os taninos tiveram uma atuação especial para esta finalidade.

De acordo com Zaman e Khan (1961), os taninos em combinação com a soda caústica, podem controlar a viscosidade de líquidos no interior de canalizações, impedindo a obstrução das mesmas. Podem ser utilizados como componentes importantes (fenóis naturais) para fabricação de adesivos (taninos - formaldeídos) para a madeira e derivados. Podem agir ainda como floculantes de certos minerais e também como um produto de purificadores da gasolina, por sua ação comprovada de eliminação das mercaptanas (impurezas da gasolina).

Segundo Doat (1978), nos Estados Unidos, 40 % do consumo total de taninos é destinado ao controle de certas argilas, que são indesejáveis na perfuração de poços de petróleo. A aplicação de taninos tornaria estas argilas inativas, facilitando o afloramento do petróleo no respectivo poço.

Os taninos são, geralmente, solúveis em água quente Baud (1951), Chang e Mitchell (1955), Latif (1966), sendo que uma múltipla variedade se situa entre os ácidos fenólicos.

Os taninos podem ainda atingir entre 2 e 40 % da massa seca da casca de muitas espécies (Hergert 1962), tais valores podem tornar este produto economicamente viável para a exploração industrial considerando-se a gama de utilizações possíveis. Hillis (1962) se refere aos taninos como sendo compostos fenólicos naturais apresentando pesos moleculares compreendidos entre 500 e 3000. A lignina e os taninos representam os dois tipos de polímeros fenólicos de natureza complexa nos vegetais. De acordo com Zucker (1983), os taninos se encontram amplamente distribuídos nas plantas superiores, ocorrendo em aproximadamente 30% das famílias. De acordo com Hemingway (1989), o significado dos taninos para as plantas se refere aos produtos naturais e fenólicos baseados no ácido gálico (taninos hidrolizáveis) ou sobre os poliflavonoídes (taninos condensados). Ainda, segundo este autor, as plantas apresentam uma habilidade natural de defesa contra os seus inimigos naturais, e esta capacidade de defesa estaria ligada a presença dos taninos. Os taninos hidrolizáveis seriam responsáveis pela defesa das plantas contra os herbívoros e os taninos condensáveis iriam assegurar a defesa contra microorganismos patogênicos (Zucker, 1983). Quanto a ação dos taninos hidrolizáveis sobre os herbívoros, Metche (1980), relatou que estes compostos estariam implicados no processo digestivo destes animais, dificultando-o em decorrência da complexação dos taninos com certas proteínas ligadas a produção de enzimas digestivas.

### **3. MATERIAL E MÉTODO**

#### **3.1. Coleta do Material**

A casca utilizada para a realização deste trabalho foi coletada em árvores que vegetam no Campus da Universidade Federal de Lavras das seguintes espécies: a) Jacarandá Mineiro - *Machaerium villosum* Vog; b) Angico Vermelho - *Anadenanthera macrocarpa*

(Benth); c) Sucupira - *Bowdichia virgilioides* Kunth; d) Óleo Copaíba - *Copaifera langsdorffii* Desf; e) Pau Pereira - *Platygyamus regnellii* Benth; f) Angico Cangalha - *Peltophorum dubim* (Spreng. Taule.); g) Jacarandá-Branco - *Platypodium elegans*; h) Pau Jacaré - *Piptadenia gonoacantha* (Mart) Macbr.; i) Goiabeira - *Psidium guajava* L; j) Açoita Cavalo - *Luchea* sp. Utilizou-se a casca dos ramos pela dificuldade encontrada em se conseguir o abate das árvores e também pelo fato de se desejar uma outra alternativa de uso.

### 3.2. Preparação do Material

Após a coleta, a casca foi reduzida a fragmentos menores, ou seja, foi picada com ajuda de um facão. Este material foi secado ao ar livre no interior do laboratório à uma temperatura de 25 °C, permanecendo nesta condição por um período de duas semanas até atingir a umidade de equilíbrio, entre 12 e 15% . Para uniformizar e acelerar o processo de secagem, todo o material foi periodicamente revolvido visando expor as áreas mais úmidas propensas ao desenvolvimento de fungos.

Após o período de secagem a casca foi moída, num moinho WILLEY modelo 0560585, para obtenção de um material mais fino e de maior uniformidade. Para se evitar o aquecimento acentuado das facas do moinho, o que poderia provocar alteração na composição química da casca, a alimentação do material no moinho foi lenta.

O peneiramento da casca das espécies utilizadas foi feito no sentido de obter duas frações distintas, denominadas de fração menor e maior, tendo sido classificadas respectivamente nas peneiras de 9 e 6 mesh. A idéia foi aproveitar o máximo possível a quantidade de cascas colhidas por espécie.

Após o peneiramento e classificação do material foram determinadas, por pesagem as porcentagem da fração menor e maior, as quais foram usadas na composição das amostras. Assim, cada amostra usada nas extrações foi composta pela quantidade percentual da fração menor e maior da casca.

### 3.3. Extração em Água Quente

Foram usadas nas extrações amostras de 20g equivalente de casca absolutamente secas para cada espécie, que foi composta por uma mistura proporcional ao peso de cada

fração, menor e maior. As 20g de casca foram colocadas em Erlenmeyer de 1000 ml, sendo adicionados 500 ml de água destilada, resultando uma relação água/casca de 25:1, e levados a uma chapa de aquecimento para a fervura e extração do material. Os erlenmeyers foram tampados com rolhas e adaptados a um condensador de refluxo com o objetivo de promover a condensação do vapor d'água no interior de cada Erlenmeyer, para manter o volume inicial de água e evitar uma eventual perda de produtos contidos nos extrativos por volatilização e arraste pelo vapor d'água.

Foram feitas duas extrações da mesma serragem da casca para aproveitar o máximo rendimento de extrativos, sendo que ambas tiveram duração de duas horas de fervura. O extrato obtido foi colocado num becker de 500 ml e coberto com papel alumínio, para evitar perdas por volatilização e contaminação do material.

Logo após as extrações a serragem utilizada foi levada a estufa a  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  e seca até atingir um peso constante, para a determinação do teor de extrativos em água quente, que foi usada seguinte equação:

$$\text{TEA} = \frac{P_i - P_f}{P_f} \times 100$$

onde,

**TEA** é o teor de extrativos totais em água quente, em porcentagem;

**P<sub>i</sub>** é o peso inicial da amostra (20 gramas) e;

**P<sub>f</sub>** é o peso seco em estufa, após as extrações em grama.

### ***3.4. Determinação do Conteúdo em Taninos Condensados***

Para a determinação do conteúdo em taninos condensados foi utilizada a metodologia apresentada por Doat (1978).

O método consiste em se retirar uma amostra de 100 ml do extrato total, a qual é adicionado 10 ml de formaldeído neutralizado e 5 ml de ácido clorídrico concentrado, deixando-se descansar por um período de 24 horas. Nessa condição os taninos condensados formam complexos insolúveis, que podem ser separado por filtragem simples. Após este período o material foi filtrado, em cadinho de vidro sinterizado de porosidade média nº 2, secado em estufa regulada a  $103 \pm 2^\circ\text{C}$ , até atingir peso constante, e pesado numa balança analítica obtendo-se, assim o nº. de Stiany. Foram realizadas três repetições para as amostras de casca para cada espécie usada. Para obter a porcentagem de taninos condensados na

solução é preciso determinar primeiramente o teor de sólidos totais presentes no extrato. O teor de sólidos totais, foi determinado por:

$$TST = \frac{PS}{PU} \times 100$$

em que,

**TST** é o teor de sólidos totais, em porcentagem;

**PS** é o peso da alíquota seca

**PU** é o peso inicial da alíquota

Assim, o teor de taninos condensados foi calculado da seguinte maneira:

$$TTC = \frac{N^{\circ} \text{ STIANY}}{TST} \times 100$$

onde,

**TTC** é o teor de taninos condensados na solução, dado em porcentagem,

**Nº STIANY** é o peso de tanino condensado na solução em gramas;

O Teor de taninos condensados, base a casca seca, foi determina por:

$$TCC(\%) = \frac{TEA \times TTC}{100}$$

em que;

**TCC** é o teor de taninos condensados na casca, dado em porcentagem;

**TEA** é o teor de extrativo totais em água quente, em porcentagem e;

**TTC** é o teor de taninos condensados na solução.

## 4. RESULTADOS

O Quadro 1 apresenta os valores médios das quantidades de extrativos solúveis em água quente, de taninos condensados presentes no extrato total e na casca por espécie.

QUADRO 1- Valores Médios do Teor de Extrativos Totais em Água Quente, de Taninos Condensados Cresentes no Extrato Total e na Casca para cada Espécie

ESPÉCIE	TEA(%)	TTC (%)	TCC(%)
açoita cavalo	33,70	17,52	5,90
angico cangalha	13,95	76,16	10,62



angico vermelho	35,55	52,08	18,51
goiabeira	25,80	61,94	15,98
jacarandá branco	17,50	21,25	3,72
jacarandá mineiro	12,85	38,57	4,96
óleo copaiba	14,65	38,21	5,60
pau jacaré	26,95	69,13	18,63
pau pereira	15,15	8,89	1,35
sucupira	19,45	43,38	8,44

**TEA** = Teor de extrativos totais em água quente, **TTC** = Teor taninos condensados presentes no extrato total, **TCC** = Teor taninos condensados na casca.

As Figuras 1, 2 e 3 mostram melhor os resultados obtidos respectivamente dos extrativos totais em água quente, taninos condensados, presentes no extrato total e na casca.

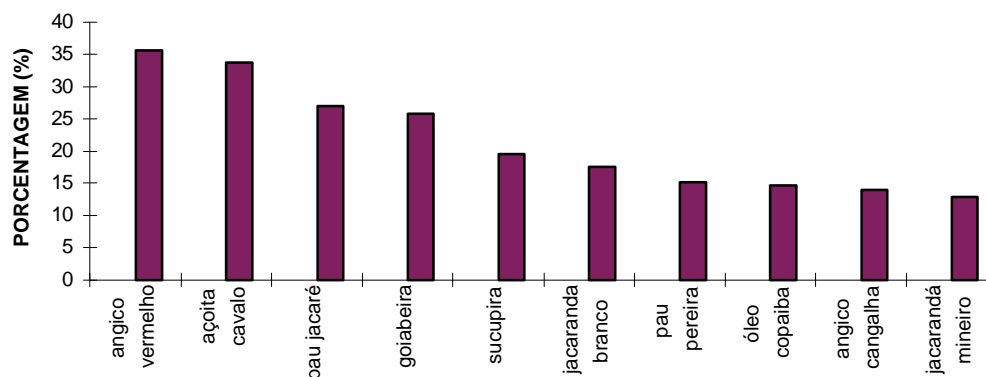


FIGURA 1 - Porcentagem de Extrativos Totais em Água Quente

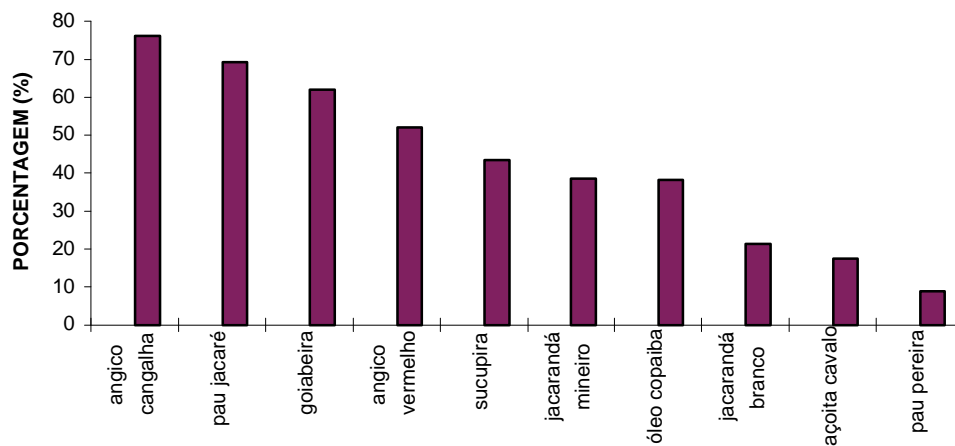


FIGURA 2 - Porcentagem de Taninos Condensados Presente no Extrato

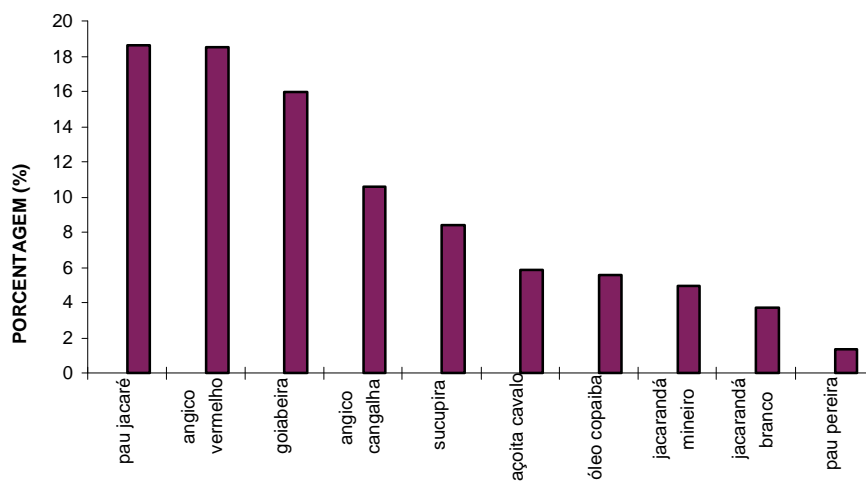


FIGURA 3 - Porcentagem de Taninos Condensados Presente na Casca

## 5. DISCUSÃO E CONCLUSÕES

De acordo com os resultados obtidos, Quadro 1, e Figuras 1, 2 e 3, pode-se observar que o angico vermelho e o açoita cavalo, foram as espécies que apresentaram os

maiores teores de extrativos solúveis em água quente, com respectivamente, 35,55 e 33,70%. Enquanto, que as espécies com os menores teores foram o angico cangalha com (13,95%) e o jacarandá mineiro com (12,85%). Na composição química desses extrativos pode existir uma fração significativa de substâncias de caráter fenólico denominadas taninos condensados. As espécies que apresentaram os maiores conteúdos em taninos condensados foram o angico cangalha, com (76,16%,) e o pau jacaré, com (69,13%). O açoita cavalo e o pau pereira, com respectivamente, 17,52 e 8,89%, foram as espécies que apresentaram as menores quantidades em taninos condensados no extrato total. Ficou evidenciado que a quantidade de tanino condensado é característica de cada espécie e não da quantidade total de extrativos solúveis em água quente, pois o açoita cavalo, apesar de ter apresentado uma das maiores solubilidade em água quente, produziu uma das menores quantidades de taninos condensados. Não existindo, dessa forma, uma correlação entre o teor de extrativos totais em água quente e o teor de taninos condensados no extrato, mesmo porque, existem inúmeros outros compostos, tanto na madeira como na casca, solúveis em água quente, que podem estar presentes no referido extrato.

Pode-se, ainda, observar que o grupo formado pelas espécies pau jacaré, pelo angico vermelho, goiabeira e angico cangalha foram as que evidenciaram maiores quantidades de taninos condensáveis, com base na casca seca, com respectivamente, 18,63, 18,51 e 15,98%. Enquanto as espécies com as menores quantidades de tanino condensado foram o jacarandá branco com (3,72%) e o pau pereira com (1,35%).

Estes resultados obtidos estão em conformidade com a literatura, pois segundo Hergert (1962) os taninos podem atingir entre 2 e 40% da massa seca da casca de muitas espécies. Corrêa (1926) cita algumas espécies produtoras de tanino as quais apresentam os seguintes resultados: barbatimão - *Stryphnodendron adstringens* até 50%; angico branco - *Piptadenia colubrina* Bth com 32% ; angico roxo - *Piptadenia cebil griseb* de 19 a 21%; araçá cagão - *Psidium ruum* M.com 20%; araçá piranga - *Psidium acutangulum* com 30%; goiabeira *Psidium guajava* L. 13 a 17%. Rizzini (1992), citado por Brandão (1992), menciona os resultados para as seguintes espécies: angico vermelho - *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan de 15 a 20%; angico-do-cerrado - *Anadenanthera falcata* (Benth.) Brenan de 15 a 25%; e duas espécies da família Malpighiaceae, conhecidas vulgarmente como “murici” e ou “mirici” que pode produzir até 20% de tanino na sua casca. Estes resultados encontrados na literatura vêm confirmar a eficiência do método de Stiany

utilizado na pesquisa, pois as espécies pesquisadas, como a angico vermelho e a goiabeira, apresentaram níveis percentual similares àquelas citadas em literatura.

## 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BAUD, P., **Traité de chimie industrielle**; Industries organiques. 4. ed. Paris: Masson Cia. Editeurs, 1951. Tome 3. 1148p.

BROWNING, B. L. The composition and Chemistry reactions of wood. In: **The Chemistry of Wood**. Malabar: John Wiley & Sous, 1963. p. 58 - 101.

BRANDÃO, M; Plantas produtoras de tanino nos cerrados mineiros. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 16, n.173, p. 33-39, 1992.

CHANG, YING-P.E.; MITCHELL, R.L. Chemical composition of common north american pulpwood barks, **TAPPI**, Atlânta, v.38, n.5, p. 315 -320, 1995.

DOAT, J. Les Tanins dans les bois Tropicaux. **Revue Bois et Florêt des Tropiques**. Nogent, n. 182, p. 37-35, Nov/Dec 1978.

HEMINGWAY, R.W. **Chemistry and significance of condensed tannins**, New York: Plenum press, 1989, 553 p.

HERGERT, H.L. Economic importance of flavonoid compounds; wood and bark. In: **The chemistry of flavonoid compounds**. New York: The Macmillan company, 1962, p. 553-595.

HILLIS, W.E. The distribution and formation of polyphenols within the tree. In: **Wood extractives and their significance to the pulp and paper industry**. New York: Academic press, 1962. p. 60-131.

KAN, A.A.; ZAMAN, M.B. Studies on babul tannins. **The pakistan journal of Forestry**, Pakistan, v. 11, n.1, p. 354-356, 1961.

LATIF, M.A. Bark, a potentiel source of useful products. **The pakistan Journal or forest**, Pakistan, v.16, n.2, p. 172-175, 1966.

LAVER, M.L. Wood structure and composition. New York, Marcel Dekker Inc: 1991. 488 p.

LEVITIN, N. Chemical composition of the barks of white spruce, balsam fir ans jack pine. New York. Eastern Forest Products Laboratory: 1977. 133 p.

METCHE, M. Tanins, nature et propriétes, Groupe Polyphénols. Nancy. v.10, p. 11-32, 1980.

- PIO CORRÊA, M. Dicionário das plantas úteis do Brasil e das exóticas cultivadas. Rio de Janeiro: Imprensa Nacional, 1926/78. p. 490-492.
- PIZZI, A. Tanin-Based adhesives. In: PIZZI, A. (ed) **wood adhesives: Chemistry and technology**, New York, Marcel Dekker, 1993, p. 177-246.
- POURRAT, H., 1980, Les drogues à tanins dans la pharmacologie moderne, Groupe Polyphénols. Nancy. v.10, p. 33-57, 1980.
- SJOSTROM, E. Wood chemistry. Fundamentals and applications. 2. ed, New York: Academic press, 1993, p. 109 - 133.
- ZAMAN, M. B; KHAN, A. A. Studies on the indigenous tannin-bearing plants of pakistan, **The pakistan journal Forestry**. Pakistan. v.11, n.2, p. 162-167, 1961.
- ZUCKER, W.V. 1983, Tannins: does structure determine function? An ecological perspective, **The American Naturalist**, Lancaster, v. 121 n. 3, p. 335-365, 1983.