



# III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

## COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE CASCAS DE UM HÍBRIDO DE *Eucalyptus urophylla*

Caroline Junqueira Sartori<sup>1</sup>

Graciene Mota<sup>2</sup>

Marina Rates Pires<sup>3</sup>

Pedro Junqueira Sartori<sup>4</sup>

Fábio Akira Mori<sup>4</sup>

Isabel Miranda<sup>5</sup>

Helena Pereira<sup>5</sup>

<sup>1</sup> IFMG / Instituto Federal de Minas Gerais, Campus São João Evangelista

<sup>2</sup> Departamento de Ciências Florestais / Universidade Federal de Lavras

<sup>3</sup> Universidade Federal de Lavras, Departamento de Ciências Florestais

<sup>4</sup> Universidade Federal de Lavras

<sup>5</sup> Centro de estudos florestais / Instituto Superior de Agronomia / Universidade de Lisboa



# III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

## COMPOSIÇÃO QUÍMICA DE CASCAS DE UM HÍBRIDO DE *Eucalyptus urophylla*

**Resumo:** O objetivo deste trabalho foi determinar a composição química quantitativa nas cascas de um híbrido de *E. urophylla*, tendo em vista a sua valorização numa perspectiva de biorefinaria. As cascas foram secas, trituradas e utilizou-se a fração granulométrica 40-60 mesh para análises químicas. Determinou-se o teor em cinzas, extrativos em diclorometano, etanol e água em extrações sucessivas, suberina utilizando metanólise para despolimerização e lignina por hidrólise ácida. Os polissacarídeos foram quantificados no material hidrolisado como monossacarídeos neutros. A composição química das cascas do clone do híbrido estudado foi de 2,2% de cinzas, 12,1% de extrativos (1,4; 6,6 e 4,1% em diclorometano, etanol e água respectivamente), 1,7% de suberina e 20,4% de lignina (18,1% de lignina Klason e 2,3% de lignina solúvel). O teor em polissacarídeos foi de 50,1%, sendo a glucose o monossacarídeo mais abundante (68%), seguido de xilose (12,7%), galactose e manose, com pequenas quantidades de arabinose e ramnose. O conteúdo de fenóis totais, taninos condensados e flavonóides foram avaliados no extrato alcoólico (etanol água). O teor de fenóis totais foi de 302,8 mg GAE/g de extrato, de flavonóides 125,8 mg de catequina/g de extrato e de taninos de 55,1 mg de catequina/g de extrato. A atividade antioxidante do extrato foi de 512,5 mg de Trolox/g de extrato. A casca deste clone pode ser considerada como uma fonte de produtos extratáveis bioativos. Além disso é também interessante como fonte de celulose, permitindo assim a sua valorização no conceito de uma biorrefinaria.

**Palavras-chave:** *Eucalyptus urophylla*, cascas, biorefinaria, composição química.

## CHEMICAL COMPOSITION OF BARKS OF A *Eucalyptus urophylla* HYBRID

**Abstract:** The objective of this study was to determine the chemical composition of the bark of an *E. urophylla* hybrid used by a charcoal company towards its valorisation in a biorefinery perspective. The 40–60 mesh fraction was used for chemical analysis and the following determinations were made: ash content, extractives content using dichloromethane, ethanol and water in successive extractions, suberin content in extractive-free material by use of methanolysis for depolymerization and lignin content by acid hydrolysis. The polysaccharides were estimated in the hydrolysis liquor by determining the neutral monosaccharides monomers content. The chemical composition of bark was as follows: ash 2.2 %, extractives 12.1 % (1.4, 6.6 and 4.1%, respectively in dichloromethane, ethanol and water), suberin 1.7 % and lignin 20.4 % (18.1% Klason lignin and 2.3% soluble lignin). The polysaccharides content was 50.1% of dry mass and the composition showed predominance of glucose (68%) followed by xylose (12.7%), galactose and mannose. Arabinose and ramnose were observed in small amounts. Total phenolic, tannins and flavonoids contents were determined in the ethanolic extract (ethanol:water 1:1). Total phenolics corresponded to 302.8 mg gallic acid equivalent/g extract, flavonoids 125.8 mg catechin equivalent/ g extract and tannins 55.1 mg catechin equivalent/ g extract. Antioxidant activities of the extracts corresponded to 51.5 mg Trolox/g of extract. The bark of this clone can be considered as a source of extractable bioactivity. Furthermore, it is also interesting as a source of cellulose, allowing a valorisation within the biorefinery concept.

**Keywords:** *Eucalyptus urophylla*, bark, biorefinery, chemical composition.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





# III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

## 1. INTRODUÇÃO

O gênero *Eucalyptus*, predominantemente de ocorrência natural na Austrália, possui cerca de 700 espécies adaptadas às mais diversas condições de clima e solo (MONTAGU et al., 2003). Este gênero é também o que possui a maior área plantada no Brasil para suprir diferentes setores industriais. *Eucalyptus urophylla* é uma espécie que possui boa produtividade e potencialidade em diversas regiões do Brasil, e possui grande tolerância ao ataque do cancro (*Cryphonectria cubensis*), muito comumente encontrado em condições ambientais sob climas tropicais (MORI et al., 1988).

A transformação da madeira para os diferentes produtos gera grandes quantidades de resíduos lignocelulósicos (cascas, galhos e ponteiros). Segundo Foelkel (2005) e Pereira et al. (2010), as cascas correspondem a valores de volume de 10% a 18% em espécies comerciais de *Eucalyptus*. Assim, milhares de toneladas de casca de eucaliptos são geradas anualmente que são utilizadas como fonte de energia, especialmente pela indústria de celulose, ou, na maioria dos casos, simplesmente descartadas.

As cascas possuem em sua composição química os componentes estruturais (celulose, hemiceluloses e lignina) e os componentes não estruturais. A celulose é um polímero formado por unidades de  $\beta$ -D-glucose ligadas glicosidicamente nas posições 1 e 4, originando um polímero linear constituído de regiões cristalinas e amorfas (GARCÍA HORTAL, 2007). As hemiceluloses são polissacarídeos ramificados compostos por diferentes pentoses e hexoses, com um alto número de grupos hidroxilo, apresentando maior polaridade que a celulose, e uma estrutura amorfa (FERRER et al., 2006, citados por BILCATI, 2015). A lignina é um polímero polifenólico, ramificado, tridimensional e amorfo que confere rigidez à parede celular, e atuando como agente de ligação entre as células (GARCÍA HORTAL, 2007).

As cascas são ricas em compostos químicos não estruturais, solubilizáveis com solventes de diferente polaridade, os quais podem constituir matéria prima para diversos segmentos industriais. Os trabalhos atuais salientam o potencial das cascas de *Eucalyptus* spp. como fonte de compostos fenólicos (Mota et al., 2013, Li e Xu, 2012), para tratamento de efluentes (Rajamohan, et al., 2014), para curtimento do couro e como produtos com atividade antioxidante e antibactericida (Boulekbache-Makhlouf et al., 2013, VAZQUEZ et al., 2009), assim como para produção de bioetanol (BRAGATTO, 2010, LIMA et al., 2013), extração de taninos para produção de adesivos (CARNEIRO et al., 2009, 2010, 2012; MORI et al. 1999, 2001 2002; VITAL et al., 2004).

O estudo químico da casca pode ser um bom instrumento para o melhor uso e aplicação deste material, tendo em vista a sua valorização. Levando em conta a grande quantidade de cascas de *Eucalyptus* geradas como resíduo, o objetivo deste trabalho foi a caracterização química e a quantificação de extrativos, suberina, polissacarídeos, lignina e cinzas, presentes nas cascas de um clone comercial da espécie. Foi também determinada a composição em fenóis e a atividade antioxidante de um extrato em etanol/água (1:1) da casca.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Obtenção e processamento das amostras

Foram utilizadas cascas de um híbrido de *Eucalyptus urophylla* proveniente de uma empresa de carvão vegetal associada à Associação Brasileira de Produtores de Florestas

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





# III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

Plantadas (ABRAF), localizada no município de Paraopeba (19°16'54" S, 44°24'32" W), no estado de Minas Gerais, Brasil.

Após coletadas, as cascas foram secas ao ar livre e trituradas em moinho de martelo com uma peneira de abertura de 1 mm<sup>2</sup> e separadas granulometricamente por crivagem, restando-se para as análises químicas a fração 40-60 mesh.

## 2.2 Caracterização química

As análises químicas incluíram a determinação de cinzas, extrativos solúveis em diclorometano, etanol e água, suberina, lignina Klason e lignina solúvel em ácido, assim como a composição monomérica dos polissacarídeos. Foi também determinado o teor de compostos fenólicos e atividade antioxidante de um extrato em etanol/água (1:1) da casca.

## 2.3 Teor de cinzas

O teor de cinzas foi determinado por incineração de 2,0 g de amostra de cascas a 525 °C durante a noite. Após arrefecimento em dessecador, os resíduos foram pesados e calculados com relação à massa inicial.

## 2.4 Teor de extrativos

A extração por solventes foi realizada em extrator Soxhlet, utilizando 2 g de amostra. A extração ocorreu sucessivamente com diclorometano, etanol e água, durante 6, 16 e 16 horas, respectivamente. Os resíduos solubilizados por cada solvente foram determinados utilizando a diferença de massa do resíduo sólido, após secagem a 105 °C, e calculado em porcentagem com relação à massa das amostras originais.

## 2.5 Teor de suberina

O conteúdo de suberina foi determinado com 1,5 g de amostra livre de extrativos, em balão volumétrico de 500 mL com 100 mL de uma solução de CH<sub>3</sub>OH com NaOCH<sub>3</sub> a 3% em refluxo durante 3 h (Pereira, 1988). A amostra foi filtrada em bomba de vácuo e cadinho sinterizado de porosidade número 2, lavada com metanol, novamente submetida a refluxo com 100 mL de CH<sub>3</sub>OH durante 15 minutos e filtrada. Os cadinhos com o material retido foram secos em estufa a 103 ± 2 °C, e foi determinada a massa seca. Os extratos filtrados foram acidificados até pH 6 com H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 2 M e evaporados até à secura. O resíduo foi suspenso em 50 mL de água e os produtos de alcoólise recuperados com diclorometano em três extrações sucessivas, cada uma delas com 50 mL de diclorometano. Posteriormente foi adicionado sulfato de sódio anidro por 24 h, sendo posteriormente filtrado em papel filtro e evaporado até à secura. O balão e o resíduo foram secos em estufa a 103 ± 2 °C, sendo posteriormente determinada a massa seca de suberina. O rendimento em suberina foi calculado com relação à massa inicial livre de extrativos e em relação à massa inicial da amostra.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

### 2.6 Teor de lignina

A lignina Klason e lignina solúvel em ácido foram determinados com 0,35 g de amostra livre de extrativos e suberina. Adicionou-se 3 mL de ácido sulfúrico (72%) e a mistura foi mantida em banho de água a 30 °C durante 1 h, mexendo frequentemente. Após este período, a amostra foi diluída com 84 mL de água, hermeticamente fechada e colocada em panela de pressão durante 1 h a 120 °C. A amostra foi filtrada através de um cadinho de porosidade número 2 e lavado com água fervente. A lignina Klason foi determinada como a massa do resíduo sólido, após secagem a  $103 \pm 2^\circ\text{C}$  e a lignina solúvel em ácido foi determinada no filtrado através da medição da absorbância a 206 nm usando um cromatógrafo UV/VIS. Lignina Klason e lignina solúvel em ácido foram determinadas em percentagem em relação à massa inicial da amostra. O teor de lignina total foi obtido com o somatório de lignina Klason e lignina solúvel.

### 2.7 Teor de carboidratos

Os polissacarídeos foram calculados com base na quantidade de monômeros de açúcar neutros libertados por hidrólise total.

O primeiro passo corresponde à neutralização e concentração das amostras. Para isto, do extrato, correspondente à lignina solúvel, foram retiradas alíquotas de 100 mL, em que foi adicionado como padrão 2 mL de inositol e 3 gotas de bromofenol. Posteriormente foi adicionada solução saturada de hidróxido de bário até mudar a cor da solução de amarelo para azul. A mistura foi então centrifugada e transferidas para erlenmeyer.

A segunda etapa corresponde à redução, em que consistiu em adicionar 80 mg  $\text{NaBH}_4$ , e deixar a mistura over night e adicionar ácido acético glacial para liberação de gás. A solução foi então concentrada até xarope em rotavapor, e adicionados 10 mL de metanol, evaporado até securo e posteriormente levados em estufa para garantir a completa remoção da água.

A seguinte etapa é a acetilação, em que foram adicionados 7,5 mL de anidrido acético e 0,5 mL de  $\text{H}_2\text{SO}_4$  (72%), os quais foram tampados e levados em banho maria a 55 °C durante 1 hora. Foi adicionada à mistura 70 mL de água com gelo, os quais posteriormente foram transferidos para ampola de decantação e extraídos sucessivamente com 25, 15 e 10 mL de diclorometano. Os produtos da decantação foram transferidos para balão de 100 mL e concentrados até securo em rotavapor, em que posteriormente foi adicionado 1 mL de água e novamente secos até securo. O resíduo foi então suspenso com 2 mL de diclorometano e armazenados em vial até injeção em cromatógrafo.

O conteúdo dos monossacarídeos neutros foi quantificado por HPLC (sistema Dionex ICS-3000 equipado com um detector electroquímico). A separação foi realizada com armadilha Amino mais CarboPacSA10 colunas de permuta aniônica. A fase móvel utilizada foi uma solução de NaOH a 2 mM aquosa a um fluxo de 1,0 mL/min a 25 °C.

### 2.8 Teor de compostos fenólicos

Aproximadamente 1 g de casca de casca foi extraído em 10 mL de etanol/água (50/50, v/v), uma relação 1:10 (m/v) durante 60 min a 50 °C utilizando um banho de ultrason. O material foi filtrado e o extrato armazenado a 4 °C. O resíduo sólido foi levado em

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

estufa para secar e com relação à massa obteve-se o rendimento de extração. Compostos fenólicos totais, flavonóides, taninos e atividade antioxidante foram determinados no extrato de etanol 50%.

Conteúdo de compostos fenólicos totais foi determinado pelo método Folin-Ciocalteu utilizando solução de ácido gálico como padrão. Para isto, uma alíquota (100 µL) do extrato foi misturado com 4 mL do reagente de Folin-Ciocalteu e após 6 minutos 4 mL de uma solução de Na<sub>2</sub>CO<sub>3</sub> a 7% foi adicionado à mistura.

Após 15 min de incubação num banho a 45 °C foi medida a absorbância a 760 nm das amostras e preparada um solução como branco. Uma curva de calibração foi construída utilizando ácido gálico, como um padrão (0-150 mg/mL). O teor de fenol total foi expresso como miligramas de equivalentes de ácido gálico (GAE)/100 g do extrato da casca seca.

O teor total de flavonóides foi determinado por um ensaio colorimétrico de cloreto de alumínio. Para isto, uma alíquota de 1,0 ml do extrato foi misturada com 4,0 mL de água, seguido por 0,3 mL de uma solução de NaNO<sub>2</sub> 5%. Após 5 min, 0,3 mL de uma solução de AlCl<sub>3</sub> 10% • 6H<sub>2</sub>O foi adicionada à mistura. Após 5 min, 2,0 mL de solução 1 M de NaOH foi adicionado, e o volume total foi ajustado para 10,0 ml com água. A absorbância foi medida a 510 nm, e os resultados foram expressos em mg de (+) - catequina equivalentes (CE)/100 g do extrato da casca seca.

Teor de taninos foi determinado pelo método de vanilina-H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>. Uma alíquota de 1,0 mL do extrato foi misturada com 2,5 mL de vanilina em metanol absoluto a 1,0% (m/v) e depois com 2,5 mL de ácido sulfúrico em metanol absoluto a 25% (v/v) para a reação da vanilina com os polifenóis presentes no extrato. O ensaio em branco foi preparado com o mesmo procedimento sem a vanilina. As absorbâncias foram registados a 500 nm após 15 minutos, e os resultados foram expressos em mg de (+) - equivalentes de catequina (CE)/100 g de extrato de casca seca.

## 2.9 Teor de compostos fenólicos

A atividade antioxidante dos extratos da casca foi determinada utilizando 2,2-difenil-1-picril-hidrazina (DPPH) e expressa em termos da quantidade de extrato requerida para reduzir de 50% a concentração de DPPH (IC<sub>50</sub>) e de equivalentes de Trolox (TEAC) em uma base de extrato seco (mg Trolox/mg extrato seco). Em primeiro lugar, diferentes diluições do extrato inicial e do Trolox (0,2 mg/mL) em metanol foram preparados. Uma alíquota de 100 µL de cada solução metanólica do extrato e Trolox foram adicionados a 3,9 mL de uma solução metanólica de DPPH (24 µg/mL). A amostra em branco consistiu em 100 µl de metanol adicionados a 3,9 mL de solução de DPPH. Após uma incubação de 30 minutos à temperatura ambiente, no escuro, a absorbância foi medida a 515 nm.

A atividade de eliminação de radicais de cada amostra foi calculada pela inibição DPPH percentual como se segue:  $I\% = [(Abs_0 - ABS_1) / Abs_0] \times 100$ , onde Abs<sub>0</sub> corresponde a absorbância do branco e ABS<sub>1</sub> a absorbância na presença do extrato a concentrações diferentes.

A concentração de inibição de IC<sub>50</sub>, que representa a concentração de uma amostra necessária para sequestrar 50% dos radicais DPPH, foi obtida representando graficamente a percentagem de inibição contra a concentração do extrato.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





O efeito de eliminação do radical DPPH do extrato também foi expresso como capacidade antioxidante equivalente Trolox (TEAC) calculado a partir da curva de calibração com solução de Trolox e a percentagem de efeito de eliminação na DPPH radical como:

$TEAC \text{ (mg Trolox equivalente/extrato mg ou casca)} = [(\% \text{ inhibitionsample} + n) / \text{sxm}]$ , onde n e s representam a interceptação e a inclinação da curva de calibração Trolox para DPPH e m é a quantidade de amostra em base seca (mg).

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os valores médios de cinzas, extrativos e lignina estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1. Valores médios de cinzas (%), Extrativos em diclorometano, etanol e água (%), Lignina Klason (%), lignina solúvel em ácido (%) e açúcares totais**

Análises	Rendimento (%)	
Cinzas	2,2	
Extrativos	Diclorometano	1,4
	Etanol	6,6
	Água	4,1
	Total	12,1
Lignina	Klason	18,1
	Solúvel	2,3
Açúcares totais	Total	20,4
		50,1

O teor de cinzas encontrado neste estudo foi em média de 2,2%. Este valor é inferior a alguns valores relatados na literatura, como em *Eucalyptus globulus* com valores de 4,7% (Vázquez et al., 2008) e 4,9% (Yadav et al., 2002), e mais próximo aos encontrados por Miranda et al. (2013) e Mota et al. (2013).

O material não estrutural, obtido por extração sob polaridade crescente, resultou em média de 12,1%. Mais de 50% do total de extrativos foi removido com etanol (6,6%). Compostos polares extraídos por etanol e água, que incluem compostos fenólicos e especialmente polifenóis, corresponderam a uma proporção significativa do conteúdo de extrativos totais (representando cerca de 88% do total de produtos extratáveis), enquanto que a proporção de extrativos solúveis em diclorometano foi de apenas 12%. Miranda et al. (2013) também encontraram maior rendimento de extração com água (4,1%), seguido da extração com etanol (1,3%), diclorometano (0,9%) e metanol (0,2%). Andrade et al. (2010) ao estudar dez clones comerciais de *Eucalyptus*, verificaram que *E. urophylla* possui maior rendimento em extrativos e *E. camaldulensis* menor rendimento, com 9,5 e 3,5% respectivamente; para *E. grandis*, os autores verificaram um rendimento médio de 7% e de 8% em cascas de três clones de *E. urophylla* x *E. grandis*.

O valor médio encontrado de suberina foi de 1,7%, valor semelhante ao encontrado por Miranda et al. (2013) nas cascas de *E. globulus*, que foi de 1.0%. O baixo rendimento em suberina se deve à ausência de ritidoma com tecidos suberizados.



## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

O teor em lignina Klason foi de 18,1% e 2,3 % de lignina solúvel em ácido. Estes valores aproximam-se dos valores encontrados para *E. grandis* x *urophylla* e *E. grandis* de 21,6% e 22,2%, respectivamente (Lima et al., 2013). Andrade et al. (2010) encontraram maiores teores em lignina Klason nas cascas de clones comerciais de *Eucalyptus*: 24% em *E. camaldulensis* e *E. urophylla*, 23% em *E. grandis*, e 21% em cascas de três clones de *E. urophylla* x *E. grandis*.

Com relação aos carboidratos, a proporção de monossacarídeos encontrados neste estudo estão na Tabela 2.

**Tabela 2. Composição de monômeros dos carboidratos nas cascas do híbrido de *Eucalyptus urophylla***

Monossacarídeo	% total de monômeros
Ramnose	0,3
Arabinose	1,5
Xilose	14,7
Manose	1,7
Galactose	2,9
Glucose	78,9

O teor em açúcares totais foi de 50,1% nos quais a glicose representa 78,9% do total dos monossacarídeos neutros e a xilose 14,7%. A razão de glicose para xilose como indicativo da proporção de celulose e hemiceluloses foi 5,4 e a razão de arabinose a xilose foi de 0,10, próximo ao encontrado por Miranda et al. (2013), na casca de *E. globulus* (0,12).

Bragatto (2010) relata também a composição de carboidratos nas cascas de *E. grandis* x *E. urophylla* e *E. grandis*, respectivamente, como 76,4% e 77,6% de glicose, 18,9% e 16,9% de xilose, 1,8% e 2,3% de galactose, 2,0 % e 2,2% de arabinose, e 0,6% e 0,7% de ramnose.

Lima et al. (2013) encontraram que os principais monossacarídeos na casca de eucalipto foram glicose, aproximadamente 39% e 40% da matéria seca inicial em *E. urophylla* x *E. grandis* e *E. grandis*, respectivamente, seguindo-se a xilose (aproximadamente 10% da matéria seca inicial em *E. urophylla* x *E. grandis* e 9% da matéria seca inicial em *E. grandis*).

A grande quantidade de cascas de *Eucalyptus* geradas anualmente como um desperdício do sector da energia aconselha a sua utilização. A sua composição química mostra que as cascas podem representar uma importante fonte de açúcares para a produção de bioetanol. No entanto, as cascas de *Eucalyptus* tem propriedades físicas e químicas diferentes dos outros resíduos agrícolas (Zhu et al. 2010). Em geral, a madeira tem um teor consideravelmente menor de açúcares pentose, em comparação com as palhas de cereais ou gramas de biomassa, o que é uma vantagem para a produção de etanol, uma vez que a fermentação das pentoses em etanol é desfavorável quando se utiliza levedura. Outro fato está relacionado com a maior densidade e teor de lignina da madeira e casca de eucalipto, sendo por isso mais recalcitrantes para a ação microbiana e enzimática. Deverão, portanto utilizar-se diferentes condições de pré-tratamento das utilizadas com outros materiais.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

Os valores médios de compostos fenólicos, como fenóis totais, flavonóides, taninos e capacidade antioxidante estão apresentados na Tabela 3.

**Tabela 3. Composição fenólica nas cascas do híbrido de *Eucalyptus urophylla***

Fenóis e Atividade antioxidante	% total de monômeros
Rendimento em extrativos (%)	9,8
Fenol Total (mg GAE/g de extrato)	302,8
Flavonóides (mg catequina/g de extrato)	125,8
Taninos (mg catequina/g de extrato)	55,1
Capacidade antioxidante TEAC (mg Trolox/g de extrato)	512,5
Capacidade antioxidante TEAC (mg Trolox/g de casca)	50,1
Valor IC50 (µg extrato/mL)	6,2
Trolox IC50 em etanol-água (µg Trolox/mL)	2,6

A natureza polifenólica do extrato é apresentada pelos teores elevados de compostos fenólicos, flavonóides e taninos (Tabela 3): 302,8 mg GAE/g extrato de fenóis totais, 55,1 mg CE/g extrato de taninos, e 125,8 mg CE/g extrato de flavonóides.

Estes valores são semelhantes quando comparados com valores encontrados na literatura para fenóis totais em extratos etanólicos de cascas de *Eucalyptus*. Para a casca de *E. globulus*, Luis et al. (2014) referem uma concentração de 253,1 mg GAE/g de extrato em extrato etanólico, e Vázquez et al. (2008) 223 mg GAE/g de extrato em etanol:água (50%).

A concentração de flavonóides totais foi superior aos valores encontrados na literatura: Luis et al. (2014) relataram para extratos etanólicos de cascas *E. globulus* 8,8 mg quercetina/g de extrato.

O teor de taninos também foi superior quando comparado com os valores encontrados na literatura: Luis et al. (2014) verificaram rendimentos em extratos etanólicos a 75% de cascas de *E. globulus* na ordem de 39,0 mg de extrato GAE/g.

Estes resultados confirmam claramente o potencial da casca de híbridos de *E. urophylla* como fonte de taninos e outros compostos fenólicos.

A atividade eliminadora de radical-livre do extrato de casca do híbrido de *E. urophylla* foi expressa em termos da quantidade de extrato necessários para reduzir em 50% a concentração de DPPH (IC50) e também em termos de equivalentes de Trolox (TEAC). Os resultados mostram que a casca tem uma atividade moderada com um valor de IC50 médio de 6,2 µg/mL, em comparação com o padrão Trolox (IC50 de 2,6 µg/mL). No entanto, esta atividade antioxidante foi semelhante à relatada para extratos metanólicos de cascas de *E. grandis*, *E. urograndis* e *E. maidenii* em que os valores de IC50 foram, respectivamente, 6,3 µg/mL, 6,1 µg/mL e 8,2 µg/mL em comparação com 2,2 µg/mL para o ácido ascórbico e 18,2 µg/mL para o BHT (3,5-di-terc-4-butil-hidroxitolueno) (Santos et al 2012). Luis et al. (2014) determinaram a atividade antioxidante de extrato etanólico de cascas de *E. globulus* e mostraram uma atividade antioxidante menor, com um valor de IC50 de 11,3 µg/mL (em comparação com 2,2 µg/mL para o ácido gálico e 4,3 µg/mL para a quercetina).

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

A atividade antioxidante, expressa em mg de Trolox/g de casca (50,1 mg Trolox/g de casca, correspondendo a 512,5 mg Trolox/g de extrato) também mostram valores significativamente superiores aos relatados para extratos da casca de *E. grandis*. e *E. maidenii* expressos em termos de equivalentes de ácido ascórbico (AAE), que foram de 36,7 e 34,5 mg AAE/g casca respectivamente, e próximos dos 53,2 mg AAE/g para a casca de *E. urograndis* (Santos et al., 2012).

### 4. CONCLUSÕES

A proporção de extrativos foi elevada, com uma quantidade maior dos compostos polares com propriedades antioxidantes, que destacam neste contexto os flavonoides e taninos.

As cascas desse híbrido de *E. urophylla*, portanto, pode ser considerada como uma matéria-prima para biorrefinarias, incluindo a valorização dos extrativos com base em suas funcionalidades químicas e bioatividade, tendo em vista o grande volume de cascas que são consideradas como resíduos, ou sub utilizadas em caldeiras.

### 5. AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem à FAPEMIG - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Minas Gerais, à CAPES - Comissão de Aperfeiçoamento de Pessoal do Nível Superior, ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e ao Instituto Superior de Agronomia da Universidade de Lisboa.

### 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, M. C. N., MINHONI, M. T. A., SANSÍGOLO, C. A., ZIED, D. C. Análise química da madeira e casca de diferentes tipos de eucalipto antes e durante o cultivo de shiitake em toras. Revista Árvore 34(1), p.165-175. 2010.

BILCATI, G. K. Produção de painéis de cimento portland reforçados com fibra de curauá (*Ananas erectifolius*). 2015. 100p. Dissertação (Mestrado em Construção Civil). Universidade Tecnológica do Paraná. 2015.

BOULEKBACHE-MAKHLOUF, L.; SLIMANI, S.; MADANI, K. Total phenolic content, antioxidant and antibacterial activities of fruits of *Eucalyptus globulus* cultivated in Algeria. Industrial Crops and Products, v. 41, p.85–89. 2013.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

BRAGATTO, J. Avaliação do potencial da casca de *Eucalyptus* spp. para a produção de bioetanol. 2010. 154p. Tese (Doutorado em Ciências) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 2010.

CARNEIRO, A. C. O.; VITAL, B. R.; CARVALHO, A. M. M. L.; OLIVEIRA, A. C.; PEREIRA, B. L. C.; ANDRADE, B. G. Determinação da massa molar de taninos vegetais através da técnica da cromatografia de permeação em gel. *Sci. For.*, v. 38, n. 87, p.419-429, 2010.

CARNEIRO, A. C. O.; VITAL, B. R.; FREDERICO, P. G. U.; SANTOS, R. C.; SOUSA JÚNIOR, V. P. Efeito da hidrólise ácida dos taninos de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden nas propriedades dos adesivos tânicos. *R. Árvore*, v.33, n.4, p.733-739, 2009.

CARNEIRO, A. C. O.; VITAL, B. R.; CASTRO, A. F. N. M.; SANTOS, R. C.; CASTRO, R. V. O.; PINHEIRO, M. A. Parâmetros cinéticos de adesivos produzidos a partir de taninos de *Anadenanthera peregrina* e *Eucalyptus grandis*. *Revista Árvore*. v.36, n.4, p.767-775, 2012.

FOELKEL, C. Casca da árvore de eucalipto. *Eucalyptus online Book & Newsletter*. 2005. Obtido em 2015, de <http://www.eucalyptus.com.br>

GARCÍA HORTAL, J. A. *Fibras papeleras*. Barcelona: UPC, 2007. 243 p.

LI, J.; XU, H. Bioactive compounds from the bark of *Eucalyptus exserta* F. Muell. *Industrial Crops and Products*. v. 40. p. 302– 306. 2012.

LIMA, M. A.; LAVORENTE G. B.; SILVA, H. K. P.; BRAGATTO, J. REZENDE, C. A.; BERNARDINELLI, O. D.; AZEVEDO, E. R.; GOMEZ, L. D.; MCQUEEN-MASON, S. J.; LABATE, C. A.; POLIKARPOV, I. Effects of pretreatment on morphology, chemical composition and enzymatic digestibility of eucalyptus bark: a potentially valuable source of fermentable sugars for biofuel production. *Biotechnology for Biofuels*, v. 6, n.5. p.17, 2013.

MIRANDA, I., GOMINHO, J., MIRRA, I., PEREIRA, H., Fractioning and chemical characterization of barks of *Betula pendula* and *Eucalyptus globulus*. *Industrial Crops and Products* 41, p.299–305. 2013.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

MONTAGU, K. D.; KEARNEY, D. E.; SMITH, R. G. B. The biology and silviculture of pruning planted eucalypts for clear wood production: a review. *Forest Ecology and Management*, v.179, n.1, p.1-13, 2003.

MORI, E. S.; KAGEYAMA, P. Y.; FERREIRA, M. Variação genética e interação progênies x locais em *Eucalyptus urophylla*. IPEF, n.39, p.53-63, 1988.

MORI, F. A. ; VITAL, B. R. ; LUCIA, R. M. D. ; PIMENTA, A. S. . Utilização de resinas à base de taninos da casca de *E. grandis* W. Hill ex Maiden na produção de painéis compensados. *Revista Árvore*, Viçosa-MG, v. 23, n.4, p.455-461, 1999.

MORI, F. A. ; VITAL, B. R. ; PIMENTA, A. S. ; FERRAZ, V. P. . Estudo de taninos da casca de *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake para produção de adesivos. *Revista Árvore*, v. 25, n.2, p. 257-263, 2001.

MORI, F. A.; VITAL, B. R.; PIMENTA, A. S.; TRUGILHO, P. F.; JAHM, G. N.; DELLA LUCIA, R. M. Análise cinética da cura de adesivos de taninos das cascas de três espécies de *Eucalyptus* por calorimetria diferencial exploratória (DSC) R. *Árvore*. v.26, n.4, p.493-497, 2002.

MOTA, M. I. F.; PINTO, P. C. O. R.; NOVO, C. C.; SOUSA, G. D. A.; GUERREIRO, O. R. F. N.; GUERRA, A. C. R.; DUARTE, M. F. P.; RODRIGUES, A. E. *Eucalyptus globulus* bark as A source of polyphenolic compounds with biological activity. *O PAPEL* v. 74, n. 1, p. 57 – 64, 2013.

PEREIRA, H., MIRANDA, I., TAVARES, F., GOMINHO, J., QUILHÓ, T., GRAÇA, J., Qualidade e utilização tecnológica do eucalipto (*Eucalyptus globulus*), Lisboa: Centro de Estudos Florestais, 2010, 377p.

RAJAMOHAN, N.; RAJASIMMAN, M.; RAJESHKANNAN, R.; SARAVANAN, V. Equilibrium, kinetic and thermodynamic studies on the removal of Aluminum by modified *Eucalyptus camaldulensis* barks. *Alexandria Engineering Journal*. 53, p.409–415, 2014.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO





## III CBCTEM

Congresso Brasileiro de Ciência  
e Tecnologia da Madeira  
Florianópolis - 2017

SANTOS, S. A. O.; VILLAVERDE, J. J.; FREIRE, C. S. R.; DOMINGUES, M. R. M.; PASCOAL NETO, C.; SILVESTRE, A. J. D. Phenolic composition and antioxidant activity of *Eucalyptus grandis*, *E. urograndis* (*E. grandis* × *E. urophylla*) and *E. maidenii* bark extracts. *Industrial Crops and Products*. v.39, p.120-127, 2012.

VÁZQUEZ, G., FONTENLA, E., SANTOS, J., FREIRE, M.S., GONZÁLEZ-ALVAREZ, J., ANTORRENA, G., Antioxidant activity and phenolic content of chestnut (*Castanea sativa*) shell and eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) bark extracts. *Industrial Crops and Products* 28(3), p.279–285, 2008

VÁZQUEZ, G.; GONZÁLEZ-ALVAREZ, J.; SANTOS, J.; FREIRE, M.S.; ANTORRENA, G. Evaluation of potential applications for chestnut (*Castanea sativa*) shell and eucalyptus (*Eucalyptus globulus*) bark extracts. *Industrial crops and products*, v.29, p.364–370, 2009.

VITAL, B. R.; CARNEIRO, A. C. O.; PIMENTA, A. S.; DELLA LUCIA, R. M.; Adesivos à base de taninos das cascas de duas espécies de eucalipto para produção de chapas de flocos. *R. Árvore*, v.28, n.4, p.571-582, 2004.

YADAV, S.S., GALIB, PRAJAPATI, P.K., HARISHA, C.R. Pharmacognostical and physico-chemical investigations of *Albizia lebbeck* benth. flower. *IJPBA International Journal of Pharmaceutical & Biological Archive*. v. 2, n. 5, p.1434-1438, 2011.

REALIZAÇÃO



APOIO



ORGANIZAÇÃO

