

## RESÍDUOS TÓXICOS GERADOS NA MACERAÇÃO DE FIBRAS DE MADEIRA COM UTILIZAÇÃO DE SOLUÇÃO JEFFREY

GATTO, Darci Alberto

Professor Adjunto do Curso de Engenharia Industrial Madeireira – Universidade Federal de Pelotas/UFPeL, RS  
darcigatto@yahoo.com

BULIGON, Ediane Andréia

Graduanda em Engenharia Florestal – Universidade Federal de Santa Maria/UFSM, RS

CALEGARI, Leandro

Doutorando em Ciência Florestal – Universidade Federal de Viçosa/UFV, MG

STANGERLIN, Diego Martins

Mestrando em Engenharia Florestal – Universidade Federal de Santa Maria/UFSM, RS

HASELEIN, Clovis Roberto

Professor Associado do Departamento de Ciências Florestais - Universidade Federal de Santa Maria/UFSM, RS

PIZZUTTI, Ionara Regina

Professora Adjunta do Departamento de Química – Universidade Federal de Santa Maria/UFSM, RS

RAUBER, Renata

Graduanda em Engenharia Florestal – Universidade Federal de Santa Maria/UFSM, RS

**RESUMO** – (RESÍDUOS TÓXICOS GERADOS NA MACERAÇÃO DE FIBRAS DE MADEIRA COM UTILIZAÇÃO DE SOLUÇÃO JEFFREY) Este trabalho teve como objetivo quantificar os resíduos sólidos e líquidos gerados pela maceração da madeira de *Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koche, em condições laboratoriais, utilizando a solução Jeffrey. Para a obtenção dos dados, o volume de solução Jeffrey foi medido a cada maceração, bem como a água utilizada para lavagem das fibras. Foram realizadas 100 macerações, nas quais utilizaram-se 4.100 mL de solução Jeffrey (410 g de cromo) produzindo-se 25.110 mL de água contaminada. Para o tratamento deste volume de resíduo líquido seriam gastos 120 g de iodeto de potássio, 650 mL de ácido sulfúrico, 38 kg de soda cáustica e 67 L de ácido clorídrico técnico, estes valores foram estimados a partir de tratamento experimental com 2.000 mL de resíduos. O total de resíduos sólidos foi de 963 g, compostos por 10 pares de luvas, 10 máscaras de proteção, 250 g de madeira macerada e 100 filtros de papel, os quais foram pesados e armazenados em sacos plásticos devidamente etiquetados. Os resíduos gerados pela maceração da madeira de *Carya illinoensis* utilizando a solução de Jeffrey, possuem um alto teor de contaminação devido à presença do cromo hexavalente em grande quantidade. Assim, é imprescindível o uso de acessórios essenciais de segurança para o manuseio deste produto químico. Além disso, faz-se necessário o correto descarte e recolhimento dos resíduos sólidos e o tratamento dos resíduos líquidos.

**PALAVRAS-CHAVE:** maceração da madeira, resíduos, solução Jeffrey.

**ABSTRACT** – (RESÍDUOS TÓXICOS GERADOS NA MACERAÇÃO DE FIBRAS DE MADEIRA COM UTILIZAÇÃO DE SOLUÇÃO JEFFREY) This work had as objective to quantify the solid and liquid residues generated by the maceration of the wood of *Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koche in laboratory conditions, using the Jeffrey solution. For assessment of the data, the volume of Jeffrey solution was measured to each maceration as well as the water used for laudering of staple fibres. In 100 trials conducted there were used 4.100 mL Jeffrey solution (410 g chrome) producing 25.110 mL of contaminate water. The treatment of this volume of liquid residue required 120 g of potassium iodine, 650 mL of sulphuric acid, 38 kg of caustic soda and 67 L of hydrochloric acid, these values were estimated from the treatment of 2.000 mL residue. Total solid residue was 963 g, composed of 10 gloves, 10 masks, 250 g of macerated wood and 100 paper filter of paper, which had been weighed and stored in plastic bags duly labelled. The residues generated for the maceration of the wood of *Carya illinoensis* using the solution of Jeffrey, they possess one high text of contamination due to presence of hexavalent chromium in great amount. Thus, the use of essential accessories of security for the manuscript of this chemical product is essential. Moreover, one becomes necessary the correct discarding and collect of the solid residues and the treatment of the liquid residues.

**KEY WORDS:** Jeffrey solution, residue, wood maceration.

## 1. INTRODUÇÃO

Atualmente, a madeira é amplamente utilizada em construções, fabricação de papel e, onde facilmente acessível, como combustível. Com tantas utilizações, é crescente a necessidade de conhecer detalhadamente as espécies florestais, pois é através de suas características que se dá um destino adequado à madeira (Morey, 1980).

O estudo da anatomia da madeira requer dedicação, atenção e cuidados especiais, principalmente quando envolve produtos tóxicos, como a solução Jeffrey, utilizada na dissociação das células lenhosas.

A solução Jeffrey possui o metal pesado cromo na sua forma hexavalente (cromato), o qual é altamente perigoso à saúde dos seres vivos e do meio ambiente. Além disso, na composição da solução está presente o ácido nítrico ( $\text{HNO}_3$ ) que, como qualquer outro ácido, deveria ser neutralizado antes de ser lançado em corpos de água ou aterros.

Apesar do perigo de contaminação do cromo presente na solução Jeffrey, esta continua sendo a solução mais utilizada nos laboratórios da anatomia da madeira, pois não necessita de capela para o seu manuseio, diferentemente de outras soluções.

Segundo o CONAMA (Conselho Nacional do Meio Ambiente, 1989), Lei nº 7.804, Decreto 99.274 de 6 de junho de 1990, considera a necessidade de definir procedimentos mínimos para o gerenciamento de resíduos, com vistas a preservar a saúde pública e a qualidade do meio ambiente. Além disso, considera que as ações preventivas são menos onerosas e minimizam os danos à saúde pública e ao meio ambiente, e de acordo com o Artigo 4º caberá aos estabelecimentos o gerenciamento de seus resíduos sólidos e líquidos, desde a geração até a disposição final, de forma a atender aos requisitos ambientais e de saúde pública.

Os problemas relativos à falta de tratamento e a disposição final dos resíduos sólidos e líquidos constituem questões cuja solução é de vital importância para a saúde pública e para o combate da poluição do meio ambiente. Porém, há grande carência de recursos e de incentivos para investimentos nos tratamentos de resíduos.

Desse modo, objetivou-se quantificar os resíduos sólidos e líquidos gerados na maceração de fibras de madeira de *Carya illinoensis* (Wangenh) K. Koche (nogueira-pecã), em condições laboratoriais, com a utilização de solução Jeffrey.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Para realização deste trabalho foram abatidas três árvores adultas de *Carya illinoensis*, de bom fuste, com DAP superior a 30 cm. A extração se deu ao acaso, conforme norma estabelecida pela COPANT (1971).

A partir dos discos de madeira retirados das árvores abatidas, foram seccionadas baguetas centrais de 2 cm de largura, incluindo a medula.

Em laboratório, foram retiradas as amostras do lenho inicial de cada anel de crescimento ao longo do diâmetro das baguetas, ou seja, no sentido medula-casca, que ficaram submersos em água dentro de tubos de ensaios etiquetados com o número do anel correspondente.

Os anéis de crescimento foram fragmentados no sentido longitudinal com espessura de 2 a 3 mm (Denardi, 2004) mantendo-os sempre dentro dos tubos de ensaio, onde foram previamente fervidos de 3 a 4 h, tempo suficiente para a eliminação de ar existente na madeira. Para dissociação do tecido lenhoso, substituiu-se a água pela

solução aquosa de Jeffrey, o tempo de permanência das lascas de madeira nesta solução foi de 48 h. Neste período, realizaram-se dois banhos sucessivos, com duração aproximada de 24 h cada. Ao término deste período, as lascas de madeira precisaram ser lavadas e filtradas várias vezes com água, até a retirada completa da solução Jeffrey. As células do tecido lenhoso reunidas no papel filtro foram tingidas com solução aquosa de safranina a 1%. Em seguida realizou-se a montagem das lâminas, não permanente, para posterior medições em microscópio ótico com ocular graduada. Em cada amostra foram tomadas 30 medidas de comprimento e largura de fibra, e de diâmetro de lume.

Em cada semana, realizavam-se 12 macerações e no final destas, pesavam-se os resíduos sólidos em uma balança eletrônica com precisão de 0,01 g. O material, constituído por filtros com sobras de fibras, papéis absorventes, madeira macerada, luvas e máscaras, eram descartados em sacos plásticos etiquetados com o nome dos materiais contaminados e do produto tóxico, para o correto recolhimento por empresas especializadas.

O resíduo líquido, que inclui a solução de Jeffrey e a água contaminada por esta solução, na lavagem das fibras e vidraria, foi medido em um béquer graduado, em seguida armazenado em tonéis para o tratamento adequado do cromato.

O tratamento da solução aquosa de Jeffrey foi realizado para uma quantidade de 2.000 mL, conforme capacidade da capela. Foi através dessa quantidade que se estimou o quanto de produtos seriam gastos para tratar o total de resíduos. O tratamento de 2.000 mL do resíduo dura aproximadamente cinco dias. O processo de redução de cromo VI para cromo III iniciou-se com a acidificação do resíduo com solução de ácido sulfúrico a 2 mol.L<sup>-1</sup>. A adição deste ácido se deu aos poucos para poder acompanhar a mudança de pH verificado com papel indicador. Na solução já acidificada, acrescentou-se solução de iodeto de potássio a 2%, adicionada aos poucos, até a mudança de cor, de verde para marrom avermelhado. Foi nesta etapa que ocorreu a redução de cromo VI para cromo III.

A remoção de cromo III da solução aquosa se deu através de sua precipitação em contato com soda cáustica (NaOH). As filtragens foram realizadas no dia seguinte à adição da soda cáustica, esta foi aplicada várias vezes até conclusão de que não havia

mais cromo III na solução. Para finalizar o tratamento, neutralizou-se o líquido, acrescentando ácido muriático até o ponto em que o pH atingiu 7,0.

Os papéis filtros, com o resíduo sólido de cromo III foram armazenados em sacos plásticos de 100 litros, rotulados com o nome e fórmula do resíduo, número do laboratório e do prédio, e o nome do responsável pelo tratamento.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir das três amostras retiradas da madeira de *Carya illinoensis* foram realizadas 100 macerações, correspondente a cada anel de crescimento. No total dos macerados foram quantificados 4.100 mL de solução Jeffrey, o que corresponde a 410 g de cromo. Segundo Larini (1987) a dose letal de cromo para os seres humanos é de apenas 3 g. Para 4.100 mL de solução Jeffrey foram gastos 21.010 mL de água, utilizada na limpeza do material, totalizando 25.110 mL de resíduo de cromo.

Os resíduos sólidos eram compostos por diferentes materiais, os quais foram quantificados separadamente: 250 g de madeira macerada, 100 filtros de papel, dois rolos de papel absorvente, 10 pares de luvas e 10 máscaras descartáveis. Ao final das 100 macerações a massa total dos resíduos sólidos foi de 953 g.

Através do tratamento amostral com 2.000 mL de solução Jeffrey, estimou-se a quantidade de produtos gastos em 25.110 mL de resíduo, que foram: 120 g de iodeto de potássio (KI), 650 mL de ácido sulfúrico ( $H_2SO_4$ ), 38 kg de soda cáustica (NaOH) e 67 L de ácido muriático (HCl). Além disso, seriam gastos 130 filtros de papel e uma caixa de papel indicador de pH.

### 4. CONCLUSÕES

Os resíduos, tanto sólidos quanto líquidos, gerados pela maceração da madeira de *Carya illinoensis* utilizando a solução de Jeffrey, possui um alto teor de contaminação devido à presença do cromo hexavalente em grande quantidade. Assim, é imprescindível o uso de acessórios essenciais de segurança para o manuseio deste



produto químico. Além disso, faz-se necessário o correto descarte e recolhimento dos resíduos sólidos e o tratamento dos resíduos líquidos.

O tratamento é lento, pois deve ser realizado em pequenas quantidades em um espaço físico adequado, laboratórios equipados com capela e vidraria adequada. Entretanto, são gastos grandes quantidades de solução que elevam os custos do processo de maceração da madeira.

O tempo e os custos do tratamento dificultam a aplicação do método da solução de Jeffrey para a maceração da madeira.

## 5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

COMISION PANAMERICANA DE NORMAS TÉCNICAS. Selección y colección de maderas: COPANT 30:1-001. [S.l.], 1971.

CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). Lei Nº 7.804, de 18 de julho de 1989.

DENARDI, L. **Estudo anatômico do lenho e morfologia foliar de *Blepharocalyx salicifolius* (H.B.K.) Berg, em duas regiões do Rio Grande do Sul.** 2004. 94 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Florestal) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2004.

LARINI, L. **Toxicologia.** São Paulo: Mande, 1987. 315 p.

MOREY, P.R. **O crescimento das árvores.** São Paulo; EPU/EDUSP.1980.