



## ASPECTOS E IMPACTOS AMBIENTAIS RELACIONADOS AO DESCARTE INADEQUADO DA MADEIRA TRATADA COM ARSENIATO DE COBRE CROMATADO - CCA

**Cristiele Renata Hoerlle** – cristielehoerlle@hotmail.com

Universidade do vale do Rio dos Sinos

São Leopoldo, Rio Grande do Sul

**Feliciane Andrade Brehm** – felicianeb@unisinos.br

Professora Doutora em Engenharia de Minas, Metalúrgica e de Materiais, Universidade do Vale do Rio dos Sinos

**Resumo:** Considerando a periculosidade do resíduo da madeira tratada com Arseniato de Cobre Cromatado (CCA), classificado como Classe I – perigoso, conforme a ABNT 10004 (2004), no presente trabalho foram verificadas as possíveis formas de contaminação do meio ambiente e da população pelo descarte inadequado desse resíduo além de sua valorização através de uma técnica de reciclagem. Para isso, com base na bibliografia, buscaram-se informações pertinentes à utilização dessa madeira pela sociedade e, em conjunto com uma visita realizada a uma empresa que faz o tratamento da madeira com o preservante CCA, foi elaborada uma planilha de aspectos e impactos ambientais relacionados ao descarte inadequado desse resíduo. Como resultados os principais impactos ambientais estão relacionados, com a queima do resíduo da madeira tratada e da sua utilização em utensílios para uso doméstico, devido à liberação dos constituintes, arsênio e cromo, presentes no preservante CCA. Estes dois elementos químicos estão associados à geração de cânceres na população, e por isso, necessitam atenção. Conforme a literatura pesquisada, a visita realizada e os resultados obtidos na planilha, as técnicas de reciclagem para o resíduo de madeira tratada com CCA foram avaliadas, podendo assim, definir que o processo Chartherm, é a melhor opção para o destino do resíduo de madeira tratada com CCA.

**Palavras-chave:** Madeira, Tratamento, CCA, Reciclagem, Resíduo.

## ASPECTS AND IMPACTS ENVIRONMENTAL RELATED TO IMPROPER DISPOSAL OF TREATED WOOD WITH COOPER CHROMATED ARSENATE - CCA

**Abstract:** Considering the hazardousness of wood waste treated with Cooper Chromated Arsenate (CCA), classified as Class I - dangerous, according to NBR 10.004, in the present work were verified the possible forms of environmental and population contamination by improper disposal of this waste as well as its valuing through a recycling technique. To do so, based on the bibliography, relevant information pertinent to the use of this wood by society was sought and, together with a visit to a company that makes the wood treatment with the CCA preservant was created a spreadsheet about environmental aspects and impacts related to improper disposal of this waste. As result the main environmental impacts are related with the burning of treated wood residues and with its use in household utensils, due to the release of the constituents, arsenic and chromium, present in the CCA preservant. These two chemicals are associated with the generation of cancers on the population, and therefore they need to be given proper attention. According to the studied references, to the visit carried out and to the results obtained in the spreadsheet, the recycling techniques for wood waste treated with CCA were assessed and can thus set that the Chartherm process is the best option for the ultimate destination of the CCA treated wood waste.



**Keywords:** *Treated wood, Chromated copper arsenate – CCA, Recycling.*

## 1. INTRODUÇÃO

De forma paralela ao crescente desenvolvimento da sociedade, o consumo por bens e serviços aumentou para um maior conforto e segurança das pessoas. Porém o uso de recursos naturais, como a madeira, por exemplo, no decorrer dos anos foi se extinguindo por haver demanda maior do que a natureza poderia gerar.

As árvores que ainda restavam foram sendo protegidas por lei, através das reservas legais, áreas de preservação permanente, entre outras, além de ficarem cada vez mais de difícil acesso, e com isso o processo de obtenção da madeira se tornava inviável economicamente. Com isso, as empresas que trabalhavam neste ramo foram se adaptando à nova situação. Uma dessas novas situações foi a adição de compostos químicos à madeira, para que a mesma obtivesse uma maior resistência às intempéries e às ações de microorganismos (IBAMA, 1965; BRASIL, 2012).

São inúmeras as utilizações da madeira, porém sua degradação causada por fatores como a biodegradação por agentes biológicos, umidade, calor, poluição além de outros efeitos que possam auxiliar neste processo, remetem ao uso da madeira tratada quimicamente.

O objetivo do tratamento da madeira é fazer com que ela tenha uma durabilidade e resistência que naturalmente ela não teria. Porém para isso, faz-se necessário o uso de produtos químicos que reúnam todas as propriedades desejáveis para que a madeira adquira as características citadas.

Os preservantes mais utilizados são os hidrossolúveis constituídos de sais metálicos e flúor, que incluem na sua formulação várias substâncias químicas como arsênio (As), cromo (Cr), cobre (Cu), zinco (Zn) e flúor (F) (MORESCHI, 2013). O principal preservante utilizado no tratamento de madeira no Brasil é o tratamento a base de Arseniato de Cobre Cromatado (CCA) (VITO, 2013).

A Associação Paranaense de Empresas de Base Florestal (APRE) menciona que, segundo estimativas da Associação Brasileira de Preservadores da Madeira (ABPM), existem atualmente cerca de 250 usinas de preservação no Brasil, que produzem 1,2 milhão/m<sup>3</sup> de madeira tratada por ano, sendo que 10% dessa se destina à construção civil, 15% aos setores elétricos e ferroviários e os outros 60%, ao setor rural, onde é utilizada na elaboração de mourões, esticadores, postes entre outros<sup>(5)</sup>. Considerando o grande volume de madeira tratada gerado, prevê-se que ao longo dos anos haverá um aumento significativo também na quantidade de resíduos provenientes desse processo.

O Brasil é o maior consumidor de madeira tratada da América Latina, com aproximadamente 700.000 m<sup>3</sup>/ano, sendo a maior parte tratada com sais de CCA, proveniente de 93,5% de florestas plantadas de eucaliptos e 6,5% de florestas plantadas de pinus (SILVA, 2006).

Existem inúmeros registros comprovando a eficiência e a segurança do uso do CCA como preservante de madeira, porém em alguns países, como Alemanha, Japão, Indonésia, Suécia e nos Estados Unidos, são impostas restrições parciais ou totais devido à perda dos componentes do CCA ao longo do tempo, por lixiviação ou volatilização, o que pode trazer riscos de contaminação ao ser humano e ao meio ambiente (CSIRO, 2011).

Em um desses estudos, foi medida a concentração de cromo (CrO<sub>3</sub>) nas mãos de crianças, após as mesmas brincarem em um *playground* feito com madeira preservada com CCA. Para a coleta das amostras, após o término de contato com o *playground*, as mãos das crianças foram lavadas com 150 mL de água deionizada, sendo as águas de lavagem coletadas diretamente em sacos plásticos com vedação apropriada, e submetidas à análise de CrO<sub>3</sub> pela espectrometria de massa com plasma indutivamente acoplado (ICP-MS). Os resultados desse estudo mostraram que as crianças apresentaram em suas mãos mais CrO<sub>3</sub> após brincarem em *playground* feito com madeira tratada, do que quando brincavam em *playground* feito com madeira sem tratamento (HAMULA ET AL, 2006)

Nos estados Unidos, a *Environmental Protection Agency (EPA)* considera o uso da madeira tratada como segura, mas desde o ano de 2003, em acordo com as indústrias do ramo, a

produção de madeira tratada com CCA, para uso domiciliar em decks, mesas de piquenique, jardinagem, paisagismo, cercas residenciais, pátios e passarelas, foi encerrada devido ao alto risco de contato com o ser humano (EPA, 2011). Com estes mesmos princípios, o CCA é regulamentado na Austrália pela Veterinary Medicines Authority (APVMA) (CSIRO, 2011).

Quanto ao resíduo proveniente da madeira tratada, há diversas considerações quanto a sua classificação. Para alguns países europeus, o resíduo é considerado perigoso e sua destinação segue legislação rigorosa (SILVA, 2006). No Brasil, no entanto, tanto o uso quanto o descarte da madeira tratada com CCA não apresentam a devida significância, pois de acordo com o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), na resolução 307, não há distinção entre madeira natural e madeira tratada (CONAMA, 2002).

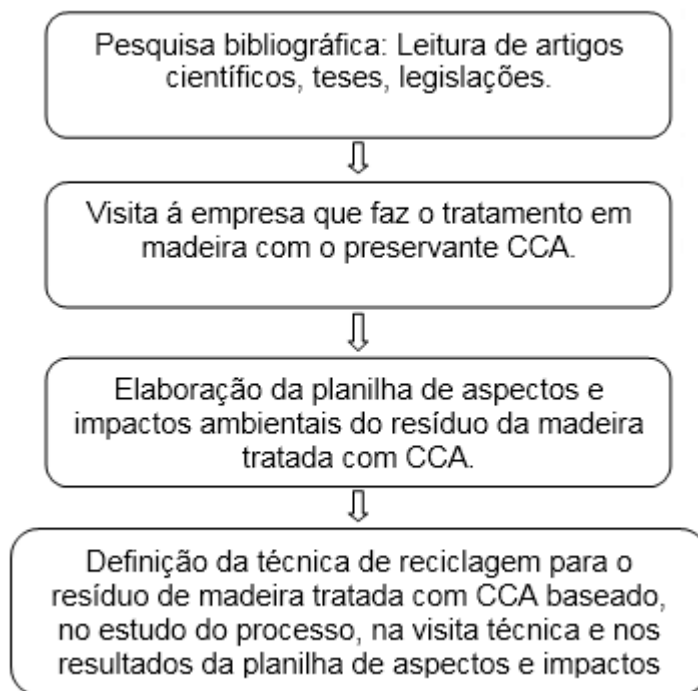
Lepage (2010), orienta que o procedimento correto à disposição final dos resíduos de madeira tratada, deve ser aterros industriais legalizados, classe I – perigoso, não devendo ser reutilizado esse resíduo na fabricação de produtos destinados à queima (carvão e briquetes), combustíveis e não devem ser descartados inadequadamente.

Neste contexto este trabalho, tem como objetivo, avaliar os impactos ambientais relacionados ao descarte inadequado da madeira tratada bem como algumas formas de se reciclar esse tipo de resíduo apontando aquela que melhor atende aos padrões ambientais.

## 2. MATERIAL E MÉTODOS

Na Figura 1 é apresentado um fluxograma da metodologia empregada, resumindo o processo da elaboração deste trabalho.

**Figura 1.** Fluxograma da metodologia



A metodologia empregada neste trabalho foi fundamentada em uma investigação de natureza qualitativa e exploratória que, segundo Gil (2007), tem como objetivo proporcionar maior familiaridade com o problema, aprimorar ideias ou explorar intuições do autor.

Para conhecimentos específicos, elaborados e críticos a respeito da madeira tratada com CCA, realizou-se a pesquisa bibliográfica a partir de teses, artigos científicos, legislações e documentos, que permitem maior conhecimento sobre os estudos já desenvolvidos.



Conciliando estas fontes de pesquisa, consegue-se obter um panorama mais completo sobre a situação atual da madeira tratada com CCA, como também, a classificação e destinação do resíduo gerado a partir do descarte ao final de sua vida útil, fornecendo uma análise mais consistente com a realidade.

Foi realizada uma visita a uma empresa que realiza o tratamento em madeira com o preservante CCA. A empresa fica situada no estado do Rio Grande do Sul e está no mercado há 25 anos. A empresa está voltada para a produção e industrialização de madeiras reflorestadas de pinus e eucalipto.

Com base na pesquisa e visita realizada a uma empresa que utiliza tratamento a base de CCA em madeiras, elaborou-se uma planilha de aspectos e impactos ambientais, relacionada ao descarte da madeira tratada com CCA, e a partir de seus resultados, escolhida a melhor opção de destino para o resíduo. A planilha foi adaptada do Sistema de Gestão Ambiental da Universidade do Vale do Rio dos Sinos (CAETANO, 2012), onde foram considerados os itens apresentados na Tabela 1:

**Tabela 1.** Itens Apresentados na Planilha de Aspectos e Impactos Ambientais

|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Atividade     | Conjunto de ações que resultam em um processo, produto ou serviço. Nesse campo, segregam-se as atividades do setor, buscando facilitar o levantamento dos aspectos e impactos ambientais.                                                                                                                                                                                                                                                      |
| Aspecto       | Elemento das atividades, produtos ou serviços, que podem interagir com o meio ambiente.                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Impacto       | Qualquer modificação do meio ambiente, adversa ou benéfica, proveniente de qualquer atividade, produto ou serviço, que resulte dos aspectos ambientais.                                                                                                                                                                                                                                                                                        |
| Incidência    | Pode ser direta ou indireta. Incidência direta é aquela que a organização pode controlar, enquanto que a indireta é aquela que ela pode apenas influenciar.                                                                                                                                                                                                                                                                                    |
| Temporalidade | Período de tempo em que poderá ocorrer o impacto ambiental. O tempo pode ser passado (PA), presente (P) ou futuro (F). Enquadram-se como passado aquelas atividades que geraram ou podem ter gerado algum passivo ambiental que ainda demanda ações de controle da empresa. Como presente, as atividades atuais e, como futuro, atividades em planejamento, como novas unidades, melhorias operacionais e reformas.                            |
| Operacional   | Uma operação normal é aquela atividade que está prevista na rotina dos funcionários da organização, descrita em Procedimentos Operacionais. As operações emergenciais são acontecimentos indesejáveis e não previstos, que possuem impactos ambientais relevantes, como incêndios, vazamentos, transbordamentos, entre outros. Para atividades normais, foi contabilizado zero pontos, enquanto que, para atividades emergenciais, dez pontos. |
| Abrangência   | Avalia a abrangência do impacto ambiental por pontos: 1 ponto: local da ocorrência; 2 pontos: até 100km do limite da organização e 3 pontos: a mais de 100km dos limites da organização.                                                                                                                                                                                                                                                       |
| Severidade    | São utilizados pontos para representar a gravidade da alteração e a capacidade de remediação do impacto ambiental; 1 ponto: não causa danos; 2 pontos: causa danos leves; 3 pontos: causa danos moderados e 4 pontos: causa danos severos.                                                                                                                                                                                                     |
| Frequência    | Estabelecida de acordo com a periodicidade de ocorrência do aspecto ambiental. Não foi possível estabelecer uma frequência, pois não há como definir de                                                                                                                                                                                                                                                                                        |



|               |                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|---------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
|               | quanto em quanto tempo estes sinistros ocorrem.                                                                                                                                                                                                                                                                  |
| Grau de risco | Soma das análises quantitativas: até 7 pontos: desprezível; 8 a 13 pontos: moderado e 14 a 17 pontos: crítico.                                                                                                                                                                                                   |
| Prioridade    | Todo impacto ambiental considerado crítico terá prioridade 1, necessitando atenção. Os que possuem grau de risco moderado terão prioridade 2, e os que possuem grau de risco desprezível terão prioridade 3.                                                                                                     |
| Significância | Para estimar a severidade dos aspectos e impactos ambientais, considerou-se Significativo (S) e Não significativo (N). Os impactos ambientais significativos são aqueles que ficaram definidos como prioridade 1. Os impactos ambientais de menor severidade, 2 e 3, serão considerados como não significativos. |

Ao se analisar a planilha tem-se uma visualização a respeito de todos os impactos ambientais que possam estar associados ao descarte da madeira tratada com CCA. Alguns impactos representam maiores riscos ao meio ambiente que outros e são possíveis de identificar no item de significância.

Quanto à subjetividade que a Planilha de Aspectos e Impactos Ambientais apresenta, os resultados obtidos na sua elaboração foram evidenciados através de estudos já realizados a respeito de cada item que apresentou significância.

## 2.1. Técnicas de Reciclagem do Resíduo de Madeira com Preservante CCA

### *Remoção do CCA da madeira*

O objetivo principal desta técnica de reciclagem é desenvolver uma metodologia de remoção dos produtos químicos, como o Cu, Cr e As, empregados no processo de tratamento da madeira com CCA, pois desta forma, a reutilização e reciclagem desta madeira não apresentará riscos à população ou ao meio ambiente, pois estará livre dos produtos tóxicos. Na metodologia empregada, foi possível remover 97% de Cu, 85% de Cr e 98% de As. A partir destes percentuais de remoção, o resíduo da madeira deixa de ser perigoso e poderá ser utilizado para vários fins sem ocasionar danos ao meio ambiente e aos seres humanos. A técnica de reciclagem é promissora, porém o processo de retirar o produto preservante CCA da madeira gera um efluente com características de toxicidade elevadas, transferindo assim o problema do resíduo de madeira tratada com CCA para um efluente com alta concentração destes metais, e que também ainda necessita, segundo a autora, estudos para seu correto tratamento (FERRARINI, 2012).

### *Processo Chartherm*

Esta tecnologia é capaz de operar com qualquer resíduo de madeira contaminada ou não, convertendo todos os resíduos de madeira em pó de carbono (HERY, 2008). Este processo térmico usado semi-industrialmente (10.000 t/ano) foi desenvolvido em Bordeaux, na França. Esta unidade funcionou durante dois anos com a finalidade de obtenção de todas as licenças ambientais exigidas no continente europeu, que são extremamente rígidas (LEPAGE, 2010).

### *Produção de cavacos*

No Brasil, uma empresa na área de comércio e reciclagem de madeiras, localizada no município de Guarulhos em São Paulo, realiza o processo de reciclagem de resíduos de madeira para a produção de cavacos. Esta empresa tem a capacidade de produção de aproximadamente 15.600m³/mês de cavaco/madeira. Não foi possível identificar se durante a produção de cavacos, a madeira é



separada de acordo com o tipo de tratamento realizado. Além disso, não é mencionado como é feito o controle de emissões durante o processo de queima dos cavacos gerados e qual o destino para as cinzas resultantes. Na Flórida houve um impacto ambiental ocasionado por níveis elevados de As e Cr, encontrados nas cinzas de usinas de cogeração de energia (MADE VILA, [2014?]).

### ***Produção de chapas***

As técnicas de reciclagem da madeira tratada na produção de chapas não apresentam ser promissoras, pois nos dois estudos, as chapas não obtiveram as qualidades exigidas para o produto. São necessários mais estudos para que essa técnica torna-se mais uma opção para o resíduo da madeira tratada com CCA (BERTOLINI, 2011; MANTESE[2014]).

### ***Chapas cimento-madeira***

A técnica de reciclagem da madeira tratada na produção de chapas cimento-madeira é promissora, pois o produto apresenta qualidades necessárias em relação a sua estrutura. Porém não foi possível identificar os impactos ambientais relacionados ao processo de confecção desse produto, tornando-a duvidosa em relação a esse aspecto (BERTOLINI, 2001; TEIXEIRA, 2001).

## **3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **3.1. Vantagens e Desvantagens de se Fazer o Tratamento da Madeira com CCA**

Após descrever o histórico referente ao uso do CCA como preservante da madeira, serão apresentadas na Tabela 2 as vantagens e desvantagens relacionadas a esse processo.

**Tabela 2.** Quadro de vantagens e desvantagens em relação à utilização do CCA.

| <b>VANTAGENS</b>                                       | <b>DESVANTAGENS</b>                                                                                                     |
|--------------------------------------------------------|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| Diminui a pressão sobre as florestas nativas;          | Degradação do solo (silvicultura);                                                                                      |
| Durabilidade da madeira tratada;                       | Lixiviação e volatilização dos produtos do CCA para o meio ambiente;                                                    |
| Possibilidade de controle e aproveitamento do resíduo; | Legislações desatualizadas;                                                                                             |
| Desenvolvimento econômico e social;                    | Perigo à sociedade por não se saber dos riscos pertinentes à saúde propiciados pelo uso incorreto a madeira ou resíduo; |

O uso do resíduo gerado proveniente da madeira tratada com CCA apresentam vantagens e desvantagens, porém de fato o uso de madeira é necessário para vários fins na sociedade. Tratar a madeira com preservantes, fazendo com que sua vida útil aumente, faz com que não haja o corte de muitas árvores para um mesmo objetivo. Quanto a este item, poderia se avaliar a utilização de outros preservantes em substituição ao CCA, devido à periculosidade que o mesmo representa ao meio ambiente e população, temos como exemplo, o Borato de Cobre Cromatado (CCB) que foi desenvolvido com o objetivo de substituir o As nas formulações do CCA, ou ainda, a substituição do recurso natural madeira por outros materiais ecologicamente mais sustentáveis.

As desvantagens apresentadas na Tabela 2, em relação ao uso da madeira tratada com CCA, são passíveis de mudança, o que falta são estudos mais completos para que os químicos empregados na madeira sejam eficazes, tanto para a conservação da madeira como também fixados a ela, para que não haja a lixiviação ou volatilização destes produtos para o meio ambiente durante sua vida útil.

Além disso, a resolução CONAMA 307 (2002), não difere resíduo de madeira comum de resíduo de madeira contaminada, apresentando dessa forma desvantagem em relação à legislação, que

se encontra, nesse caso, desatualizada. Haveria necessidade em reclassificar esse resíduo, devido à periculosidade que representa ao meio ambiente, que segundo a mesma resolução seria um resíduo Classe D; resíduo perigoso oriundo do processo de construção.

### 3.2. Visita a uma Empresa que faz o Tratamento da Madeira com CCA

Para verificação e confirmação do que foi estudado, foi realizada uma visita técnica a uma empresa que trabalha com o tratamento da madeira com preservante CCA em abril de 2014.

Na

Figura 2 é apresentado o fluxograma do processo produtivo da empresa visitada.

**Figura 2.** Fluxograma do processo de preservação da madeira.



A madeira cortada já no formato em que será utilizada é introduzida na autoclave. Após é fechada para a total retirada de ar e da umidade das células da madeira. Ao lado da autoclave é possível visualizar a bacia de contenção, onde o líquido sobressalente volta ao processo.

Tonéis verdes contém o produto preservante CCA *in natura*, e ao fundo pode-se ver o tanque de armazenamento, onde é realizada a diluição do CCA com água. O líquido é transferido para a autoclave através de tubulações até seu total preenchimento submetendo pressão. O líquido não absorvido pela madeira é transferido novamente ao tanque de armazenamento.

Madeira após ser tratada, ainda úmida, em uma autoclave de menor tamanho e mais antiga da empresa.

A autoclave que aparece na primeira imagem do fluxograma foi adquirida há poucos meses pela empresa, e é considerada uma das mais modernas do mercado, pois seu processo é totalmente automatizado. A madeira após o tratamento, permanece sob condições normais de temperatura e ambiente para completa secagem do produto na madeira.

O tratamento ocorre conforme descrito na literatura. Porém com a visualização do processo, etapas e procedimentos não descritos na literatura, auxiliam para a compreensão e maiores conhecimentos a respeito do assunto. Como por exemplo, a bacia de contenção existente, possível de ser visualizada na primeira imagem do fluxograma.

Uma importante consideração a se fazer, e que vem ao encontro do trabalho, faz referência ao retorno do preservante CCA excedente na autoclave e retido na bacia de contenção, ao reservatório, pois o mesmo não se encontra com as mesmas concentrações do produto original e



quando misturado, pode diluir ou concentrar algum dos químicos do preservante, fazendo com que as características essenciais para a fixação do produto na madeira fique comprometida. Moreschi (2013), em seu estudo, aponta as proporções aproximadas que os constituintes do preservante CCA devem ter para garantir a máxima fixação dos mesmos na madeira. A empresa visitada encaminha amostras da mistura obtida para a empresa responsável do produto CCA, para avaliação e validação da qualidade do produto para posterior utilização do mesmo para o tratamento.

O responsável por direcionar a visita, quando questionado do resíduo, se o mesmo era considerado Classe I – perigoso e qual a forma segura e correta para seu destino, nos informou das dificuldades encontradas pela empresa para a correta disposição desse resíduo, devido a sua periculosidade e volume. A empresa tem um local, na mesma, para armazenar o resíduo da madeira tratada com CCA temporariamente, de seus clientes, caso os mesmos tenham interesse. A forma como essa informação é repassada aos clientes, de que os mesmos quando realizarem a troca de sua madeira tratada por outra, necessitariam levar o resíduo até a empresa para correta destinação final, não foi esclarecida.

O resíduo armazenado tem como destino uma empresa situada em Bento Gonçalves, onde é incinerado. Segundo o funcionário, a empresa que realiza este processo está de acordo com as normas ambientais vigentes no estado do Rio Grande do Sul e do País, porém não nos informou qual é a empresa.

Essas considerações a respeito do resíduo corroboram com os estudos descritos no trabalho, onde é salientada a periculosidade do mesmo, devido aos constituintes do preservante CCA presentes na madeira.

### 3.3. Planilha de Aspectos e Impactos Ambientais

Na

**Tabela 3** é apresentada a planilha de aspectos e impactos ambientais relacionados com o descarte da madeira tratada com CCA.



**Tabela 3.** Planilha de Aspectos e Impactos Ambientais associados ao descarte inapropriado da madeira tratada com CCA.

| Aspectos e Impactos ambientais                                                    |                                                  |                                                              | Inc | Te          | Op<br>e | Quant. |   |        | Pri   | Sig  |
|-----------------------------------------------------------------------------------|--------------------------------------------------|--------------------------------------------------------------|-----|-------------|---------|--------|---|--------|-------|------|
| Item                                                                              | Aspecto Ambiental                                | Impacto Ambiental                                            | D/I | Pa/Pr<br>/F | N/<br>E | A      | S | G<br>R | 1,2,3 | S/NS |
| Queimar a madeira tratada com CCA                                                 | Geração de resíduo (cinza) contaminada com CCA   | Alteração da qualidade das águas superficiais e subterrâneas | I   | P           | 10      | 2      | 2 | 14     | 1     | S    |
|                                                                                   |                                                  | Alteração da qualidade do solo                               | I   | P           | 10      | 1      | 2 | 13     | 2     | S    |
|                                                                                   |                                                  | Alteração da qualidade do ar                                 | I   | P           | 10      | 2      | 2 | 14     | 1     | S    |
|                                                                                   |                                                  | Riscos a população circunvizinha                             | I   | P           | 10      | 2      | 2 | 14     | 1     | S    |
|                                                                                   | Geração de gases                                 | Alteração da qualidade do ar                                 | I   | P           | 10      | 2      | 4 | 16     | 1     | S    |
|                                                                                   |                                                  | Riscos a população circunvizinha                             | I   | P           | 10      | 2      | 4 | 16     | 1     | S    |
|                                                                                   | Geração de material particulado                  | Alteração da qualidade do ar                                 | I   | P           | 10      | 2      | 3 | 15     | 1     | S    |
|                                                                                   |                                                  | Riscos a população circunvizinha                             | I   | P           | 10      | 2      | 3 | 15     | 1     | S    |
| Descartar a madeira tratada com CCA sobre o solo sem cobertura e piso impermeável | Geração de lixiviado                             | Alteração da qualidade das águas superficiais e subterrâneas | I   | P           | 10      | 2      | 4 | 16     | 1     | S    |
|                                                                                   |                                                  | Alteração da qualidade do solo                               | I   | P           | 10      | 1      | 4 | 15     | 1     | S    |
|                                                                                   | Geração de espaço para a proliferação de vetores | Riscos a população circunvizinha                             | I   | P           | 10      | 1      | 2 | 13     | 2     | N    |
| Utilizar a madeira tratada com CCA como objeto e utensílio doméstico              | Contaminação dos alimentos e água                | Alteração da qualidade das águas superficiais e subterrâneas | I   | P           | 10      | 1      | 2 | 13     | 2     | N    |
|                                                                                   |                                                  | Alteração da qualidade do solo                               | I   | P           | 10      | 1      | 2 | 13     | 2     | N    |
|                                                                                   |                                                  | Riscos a população                                           | I   | P           | 10      | 1      | 4 | 15     | 1     | S    |
| Utilizar a madeira tratada com CCA como material de construção civil              | Geração de lixiviado                             | Alteração da qualidade das águas superficiais e subterrâneas | I   | P           | 10      | 1      | 2 | 13     | 2     | N    |
|                                                                                   |                                                  | Alteração da qualidade do solo                               | I   | P           | 10      | 1      | 2 | 13     | 2     | N    |



Verificou-se que os aspectos que apresentam significância estão relacionados com a queima do resíduo e a sua utilização como objetos para uso doméstico, ou seja, são aqueles impactos que atingem principalmente à saúde da população, de maneira direta e/ou indireta.

Estes resultados corroboram com o fato da madeira tratada com CCA não ser utilizada como objeto para uso doméstico, pois há risco de contaminação devido aos constituintes do preservante CCA na madeira tratada, principalmente o As e o Cr, consumido em alimentos e/ou água contaminados por esta madeira tratada, ou ainda do contato da mão à boca após ter manipulado a madeira tratada com CCA (CSIRO, 2011; HAMULA ET AL, 2006; EPA, 2011).

A população está sujeita a estas contaminações, pois devido à falta de informação sobre o assunto, desconhece o fato de que a madeira necessita ser tratada para adquirir resistência e durabilidade, e este tratamento, seja com CCA ou outro preservante, pode expor os seres humanos e o meio ambiente ao risco de contaminação e intoxicação.

Quanto aos itens que apresentaram significância em relação à queima da madeira tratada com CCA, estão associadas às emissões atmosféricas, que impactam na qualidade do ar, refletindo no bem estar da população. Os constituintes presentes do CCA como também aqueles da madeira, presentes na fumaça, quando respiramos, entram no nosso organismo causando sérios problemas de saúde.

Ainda, no item que apresentou significância na queima da madeira tratada com CCA, está a geração das cinzas, que são compostas, boa parte pelos metais que compõem o CCA, devido a isto, também é considerada tóxica, e quando manipulada causa também agravantes à nossa saúde. A toxicidade dos elementos são indícios de que as cinzas necessitam ser encaminhadas a aterros industriais legalizados evitando a contaminação de recursos hídricos e do solo.

Sendo assim, as emissões atmosféricas tanto quanto as cinzas, geradas no processo de queima da madeira tratada com CCA, merecem atenção, pois prejudicam e podem causar problemas graves de saúde quando há exposição prolongada a estes sinistros.

Outro item que apresentou significância está relacionado ao lixo gerado, quando esse resíduo é descartado sobre o solo sem cobertura e piso impermeável, contaminando o solo e água, por conter níveis altos de As.

Concluindo, os itens que apresentam significância na tabela, estão associados principalmente aos problemas ocasionados à saúde da população e a poluição do meio ambiente.

### 3.4. Escolha da Técnica de Reciclagem do Resíduo de Madeira com Preservante CCA

Ao se analisar a planilha de aspectos e impactos ambientais, se compreende a necessidade de não queimar este tipo de resíduo a céu aberto, bem como não utilizá-lo como objeto ou utensílio doméstico. No entanto a população, devido a falta de conhecimento, faz isso, o que acaba por comprometer sua vida e o meio ambiente.

A técnica escolhida de reciclagem do resíduo de madeira com preservante CCA neste trabalho foi o processo *Chartherm*, pois além de atender aos itens de significância da tabela de aspectos e impactos ambientais, apresenta aspectos positivos em relação à sua reciclagem. Neste processo, uma vantagem fundamental em relação às outras técnicas apresentadas está relacionada ao fato de que toda e qualquer madeira, seja ela tratada com CCA ou outro tipo de preservante, pode ser reciclada, em conjunto, não havendo necessidade de segregação do resíduo. Ou seja, com este princípio, as vantagens associadas a este processo estão relacionadas às várias indústrias do ramo madeireiro que podem, através de consórcios e parcerias, implantar o sistema, resolvendo não só o problema relacionado ao resíduo da madeira tratada com CCA, como também o resíduo de qualquer madeira proveniente dos processos do ramo madeireiro envolvidos na sociedade (HERY, 2008).

Outra vantagem associada a esta técnica está vinculada ao fato de que, ao final do processo, há a geração de um produto, o pó de carbono, muito valorizado no mercado, para várias aplicações industriais, seja na forma de carvão ativo ou negro de fumo (HERY, 2008).



Em relação às outras técnicas apresentadas, o processo *Chartherm* foi testado em escala industrial, garantindo desta forma informações precisas quanto a todo o processo desenvolvido e os custos envolvidos na implantação do projeto (HERY, 2008).

Um aspecto negativo relacionado ao processo *Chartherm*, segundo seus idealizadores, para cada 1000 kg de resíduos de madeira tratada, há geração de 50 kg de resíduos, que contém todos os minerais e metais presentes na madeira no início do processo. Ainda faltam estudos para a valorização deste resíduo, sendo ainda encaminhado a aterros industriais, porém seu menor volume, comparado à quantidade de madeira tratada, é positivo por ocupar menos área de disposição, prolongando a vida útil dos aterros (HERY, 2008).

Considerando às técnicas de reciclagem apresentadas, o processo *Chartherm*, além de atender aos quesitos relacionados ao item de significância da tabela de aspectos e impactos ambientais, também gera, ao final do processo um produto muito valorizado pela indústria. Esta técnica de reciclagem é um potencial negócio a ser investido pelo setor industrial madeireiro no Brasil. Pois além de reciclar a madeira tratada com CCA, também pode reciclar qualquer espécie florestal com ou sem aplicação de preservante químico.

#### 4. CONCLUSÃO

Na busca pela solução do problema, verificou-se que o tratamento em madeiras é um processo antigo, que tem como base uma legislação, que foi instituída pelo fato da demanda pelo recurso natural madeira ser maior que a oferta. Ou seja, uma forma de minimizar a utilização desse recurso natural, foi a utilização de preservantes com intenção de prolongar a vida útil da madeira. Porém, não foram considerados os possíveis impactos ambientais ocasionados da sua utilização na madeira, muito menos, quanto à forma de destinação do resíduo.

Com a elaboração da planilha de aspectos e impactos ambientais relacionados ao descarte deste resíduo de forma inadequada, concluiu-se que não deve ser permitida a utilização deste resíduo em objetos domésticos, descarte em solo sem cobertura e piso impermeável, como também a queima desta madeira, sem o devido controle das emissões atmosféricas e da geração das cinzas, pois a relação dos produtos químicos com o meio ambiente e com os seres humanos causa problemas de saúde e contaminação de água, solo e ar.

Neste contexto, entre as técnicas de reciclagem apresentadas, o processo *Chartherm* foi o que apresentou ser o mais promissor para o resíduo de madeira tratada com CCA, pois atende aos itens que apresentaram significância na planilha de aspectos e impactos ambientais, como também por ser um processo onde ocorre a geração de um coproduto, o pó de carbono, muito valorizado na indústria.

Além disso, o resíduo de madeira utilizado como matéria-prima no processo *Chartherm* permite que ele não seja disposto em aterro, proporcionando ganhos econômicos e ambientais, deixando de ocupar estas áreas.

Assim sendo, concluiu-se que o processo *Chartherm* é uma técnica de reciclagem do resíduo de madeira, positiva e promissora, pois valoriza o resíduo, reduzindo a possibilidade do descarte inapropriado e consequentemente seu impacto ambiental.

#### REFERÊNCIAS

- 1 INSTITUTO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS (IBAMA). **Lei nº 4.797, de 20 de outubro de 1965**. Disponível em: <<http://www.ibama.gov.br/qualidadeambiental/madeira/>>. Acesso em: 23 set. 2013.



- 2 BRASIL. **Lei nº 12.651, de 25 de maio de 2012.** Dispõe sobre a proteção da vegetação nativa. Disponível em: < [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651compilado.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2012/Lei/L12651compilado.htm)>. Acesso em: 23 set. 2013.
- 3 MORESCHI, J. C. **Biodegradação e preservação da madeira**, volume II, 2ª ed. Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal da UFPR. Paraná, 2013. Disponível em: <<http://www.madeira.ufpr.br/disciplinasmoreschi/BPM-VOL2.pdf>>. Acesso em: 18 out. 2013.
- 4 VITO, M. **Estudo das propriedades mecânicas do eucalipto citriodora em condição de incêndio.** 2013. 112f. Tese (Mestrado), Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade do Extremo Sul Catarinense.
- 5 ASSOCIAÇÃO PARANAENSE DE EMPRESAS DE BASE FLORESTAL (APRE). **O uso da madeira tratada na construção civil**, Paraná, jan. 2011. Disponível em: <<http://www.apreflorestas.com.br/noticias/construcao-civil/132/o-uso-da-madeira-tratada-na-construcao-civil>>. Acesso em: 11 nov. 2013.
- 6 SILVA, J. de C. Madeira preservada – os impactos ambientais. **Revista da Madeira**, São Paulo, ano 100, n. 16, nov. 2006. Disponível em: <[http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira\\_materia.php?num=985&subject=Preserva%C3%A7%C3%A3o&title=Madeira%20preservada%20%E2%80%93%20Os%20impactos%20ambientais](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=985&subject=Preserva%C3%A7%C3%A3o&title=Madeira%20preservada%20%E2%80%93%20Os%20impactos%20ambientais)>. Acesso em: 11 maio 2013.
- 7 COMMONWEALTH SCIENTIFIC AND INDUSTRIAL RESEARCH ORGANISATION (CSIRO). **The facts about CCA – treated timber.** Austrália, 2011. Disponível em: <<http://www.csiro.au/Outcomes/Food-and-Agriculture/CCATreatedTimber.aspx>>. Acesso em: 28 out. 2013.
- 8 HAMULA, C. et al. Chromium on the hands of children after playing in playgrounds built from Chromated Copper Arsenate (CCA) – Treated Wood. **Environmental Health Perspectives**, [S.l.], v. 114, n. 3, p. 460-465. Mar. 2006. Disponível em: <<http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC1392243/>>. Acesso em: 5 out. 2013.
- 9 UNITED STATES ENVIRONMENTAL PROTECTION AGENCY (EPA). **Pesticides: Regulating Pesticides, Chromated Copper Arsenate (CCA).** Estados Unidos, 2011. Disponível em: <<http://www.epa.gov/oppad001/reregistration/cca>>. Acesso em: 28 out. 2013.
- 10 CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE (CONAMA). **Resolução n. 307, de 05 de julho de 2002.** Gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=307>. Acesso em: 23 set. 2013.
- 11 LEPAGE, Ennio. **Informativo Técnico:** Destinação final de madeira tratada com CCA. São Paulo, Jul. 2010. Disponível em: < [file:///C:/Users/Cris&Cris/Downloads/Destina%C3%A7%C3%A3o%20Final%20de%20Madeira%20Tratada%20com%20CCA%20\(1\).pdf](file:///C:/Users/Cris&Cris/Downloads/Destina%C3%A7%C3%A3o%20Final%20de%20Madeira%20Tratada%20com%20CCA%20(1).pdf) >. Acesso em: 17 maio. 2014.



- 12 GIL, A. C. **Como elaborar projetos de pesquisa**. 4. ed. São Paulo: Atlas, 2007.
- 13 CAETANO, Marcelo Oliveira. Disciplina: Elaboração de Projetos em Gestão Ambiental. Aula 4: **Sistemas da gestão ambiental, requisitos com orientações para uso**. São Leopoldo, 2012. Material de aula.
- 14 FERRARINI, S. F. et al. Classificação de resíduos de madeira tratada com preservativos à base de Arseniato de Cobre Cromatado e de Boro/flúor. **Química Nova**, Porto Alegre, v. 35, n. 9, p. 1767, 2012.
- 15 HERY, J-S. **A Complete Industrial Process to Recycle CCA-Treated Wood. Folder of Charther R&D Department, Thermya**. "Chartherm" R&D Department, THERMYA, Bordeaux, France. 8 f. 2008. Disponível em: [www.ccaresearch.org/ccaconference/pre/pdf/hery.pdf](http://www.ccaresearch.org/ccaconference/pre/pdf/hery.pdf). Acesso em: 14 fev. 2014.
- 16 MADE VILA. Comércio e reciclagem de madeiras. **Site**. Disponível em: <[www.madevila.com.br](http://www.madevila.com.br)>. Acesso em: 17 maio. 2014.
- 17 BERTOLINI, M. S. **Emprego de resíduos de *pinus sp* tratado com preservante CCB na produção de chapas de partículas homogêneas utilizando resina poliuretana à base de mamona**. 2011. 129 f. Tese (Mestrado) – Ciência e Engenharia de Materiais, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011.
- 18 MANTESE, A. C.; LAHR, F. A. R. Viabilidade do emprego de resíduos de madeira tratada na produção de painéis particulados de alta densidade. Disponível em: <https://uspdigital.usp.br/siicusp/cdOnlineTrabalhoVisualizarResumo?numeroInscricaoTrabalho=3649&numeroEdicao=19>. Acesso em: 04 jun. 2014.
- 19 TEIXEIRA, D.E. et al. Características de chapas de cimento-madeira com partículas de seringueira (*Hevea brasiliensis* Muell. Arg) tratadas com CCA. **Floresta e Ambiente**. Brasília, V. 8, n. 1, p. 18-26, jan./dez. 2001. Disponível em: <<http://www.floram.org/files/v8n%C3%BAnico/v8nunicoa3.pdf>>. Acesso em: 04 jun. 2014.