

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS  
GERAIS – *CAMPUS* SÃO JOÃO EVANGELISTA

Adriana Carvalho Rodrigues

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL EM USINA DE PRESERVAÇÃO DE MADEIRA SOB  
PRESSÃO**

São João Evangelista - MG

2020

ADRIANA CARVALHO RODRIGUES

**DIAGNÓSTICO AMBIENTAL EM USINA DE PRESERVAÇÃO DE MADEIRA SOB  
PRESSÃO**

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* São João Evangelista como exigência parcial para obtenção do título de Especialista em Meio Ambiente.

Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Caroline Junqueira Sartori

São João Evangelista - MG

2020

## FICHA CATALOGRÁFICA

R696d Rodrigues, Adriana Carvalho.  
2020

Diagnóstico Ambiental em usina de preservação de madeira sob pressão. / Adriana Carvalho Rodrigues. – São João Evangelista: IFMG, 2020.

53 fl.;il.

Orientadora: Dra. Caroline Junqueira Sartori.

Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Meio Ambiente) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista, 2020.

1. Licenciamento Ambiental. 2. Tratamento químico de madeira. 3. Regularização Ambiental. I. Rodrigues, Adriana Carvalho. II. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista. III. Título.

CDD 363.7

Catálogo: Rejane Valéria Santos – CRB-6/2907

Adriana Carvalho Rodrigues

**LEVANTAMENTO AMBIENTAL EM USINA DE PRESERVAÇÃO DE MADEIRA  
SOB PRESSÃO**

Monografia apresentada ao Instituto Federal de Minas Gerais – Campus São João Evangelista como exigência parcial para obtenção do título de Especialista em Meio Ambiente.

Aprovada em 28 / 10 / 2020 pela banca examinadora:



---

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dra. Caroline Junqueira Sartori  
Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus* São João Evangelista



---

Prof.<sup>a</sup> Dra. Grazielle Wolff de Almeida Carvalho  
Instituto Federal de Minas Gerais - *Campus* São João Evangelista



---

Ma. Cláudia Eduarda Borges

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente agradeço a Deus, por me conceder a Vida, permitindo que mais esta etapa seja concluída.

Ao Instituto Federal de Minas Gerais – *Campus* São João Evangelista pela oportunidade prestada, aos professores, colegas e funcionários do Programa de Pós-Graduação *Lato Sensu* em Meio Ambiente.

À minha orientadora prof.<sup>a</sup> Dra. Caroline Junqueira Sartori, pela orientação, paciência, pelo conhecimento transmitido, por me apoiar nesse trabalho e pela sua amizade.

À coordenadora do curso prof.<sup>a</sup> Dra. Grazielle Wolff de Almeida Carvalho, pela profissional que ela é, pelos ensinamentos, pela atenção e por sua competência incomparável e dedicação ao ensino, prestatividade para com todos.

A mestra Cláudia Eduarda Borges, por aceitar o convite de participar deste trabalho, pela sua amizade e por sua colaboração que foi essencial.

À AG7 Madeira Tratada, pelo fornecimento de informações e dados e visitas recebidas para realização deste trabalho.

À R&C Consultoria e Engenharia, pela oportunidade de trabalho e apoio, meu eterno obrigado.

Aos meus pais, João Francisco e Edna, pelo carinho, compreensão, apoio e amor.

Aos meus irmãos, Joiciane, Ana Paula, Adriano e Juliana, pela atenção, credibilidade, carinho e ajuda nos momentos de dificuldade.

“Saber viver é a grande sabedoria.”

Cora Coralina

## RESUMO

O processo de preservação da madeira tem se tornado cada vez mais importante por aumentar a vida útil da madeira e diminuir a pressão sobre as florestas nativas, possibilitando uma maior conservação dos recursos naturais florestais. Entretanto, as Usinas de Preservação de Madeira - UPM podem proporcionar uma série de impactos ao meio ambiente se medidas de controles ambientais não forem cumpridas. Com isso, o objetivo deste trabalho foi realizar um levantamento e diagnóstico ambiental da atividade de tratamento químico e preservação de madeira, em uma UPM sob pressão, no município de Capelinha-MG. De início o método utilizado para a constituição da pesquisa foi à bibliográfica utilizando autores da área ambiental. Após esse momento houve uma visita ao empreendimento visando a coleta de informações a respeito do aspecto ambiental e as condições de funcionamento da atividade, além de apresentar a situação atual e cumprimento das exigências ambientais de acordo com a licença ambiental de operação. Com base nas informações coletadas foi possível averiguar as atividades da usina que estão sendo realizadas conforme os padrões de exigência ambiental e as atividades não cumpridas. Assim, permitir uma percepção do quanto o meio ambiente pode ser alterado, degradado e impactado se medidas de controle não forem adotadas e cumpridas, e o quanto próximo aos danos ambientais está de cada um. A conscientização dos empreendedores e a educação ambiental assume grande importância neste contexto. Bem como a participação da população local e o conhecimento da dinâmica que a atividade oferece.

**Palavras-chave:** Licenciamento ambiental. Tratamento químico de madeira. Regularização ambiental.

## ABSTRACT

The wood preservation process has become increasingly important as it increases the useful life of the wood and reduces the pressure on native forests, enabling greater conservation of natural forest resources. However, the Wood Preservation Plants - UPM can provide a series of impacts to the environment if environmental control measures are not followed. Thus, the objective of this work was to carry out an environmental survey and analysis of the activity of chemical treatment and wood preservation, in a UPM under pressure, in the municipality of Capelinha-MG. At first, the method used for the constitution of the research was the bibliography using authors from the environmental area. After that moment, there was a visit to the project to collect information about the environmental aspect and the operating conditions of the activity, in addition to presenting the current situation and compliance with environmental requirements in accordance with the environmental operating license. Based on the information collected, it was possible to ascertain the activities of the plant that are being carried out according to the standards of environmental requirements and the activities not fulfilled. Thus, allowing a perception of the extent to which the environment can be altered, degraded and impacted if control measures are not adopted and complied with, and how close to each other's environmental damage is. The awareness of entrepreneurs and environmental education is of great importance in this context. As well as the participation of the local population and knowledge of the dynamics that the activity offers.

**Keywords:** Environmental licensing. Chemical treatment of wood. Environmental regularization.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	<b>11</b>
<b>2.1</b>	<b>Floresta plantada</b> .....	<b>11</b>
<b>2.2</b>	<b>Deterioração da madeira</b> .....	<b>12</b>
<b>2.3</b>	<b>Tratamento químico e preservação da madeira: relatos</b> .....	<b>14</b>
<b>2.4</b>	<b>Produtos para tratamento da madeira</b> .....	<b>19</b>
<b>2.5</b>	<b>Aspecto ambiental da atividade de preservação de madeira</b> .....	<b>21</b>
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	<b>25</b>
<b>3.1</b>	<b>Local de estudo</b> .....	<b>25</b>
<b>3.2</b>	<b>Caracterização do empreendimento</b> .....	<b>25</b>
<b>3.3</b>	<b>Metodologia aplicada</b> .....	<b>29</b>
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	<b>31</b>
<b>4.1</b>	<b>A usina de preservação de madeira</b> .....	<b>31</b>
<b>4.2</b>	<b>Impactos ambientais e medidas mitigadoras da usina de preservação de madeira – UPM</b> .....	<b>32</b>
<b>4.2.1</b>	<i>Resíduos sólidos</i> .....	<b>33</b>
<b>4.2.2</b>	<i>Efluentes líquidos</i> .....	<b>36</b>
<b>4.2.3</b>	<i>Emissão atmosférica</i> .....	<b>38</b>
<b>4.2.4</b>	<i>Emissão sonora</i> .....	<b>39</b>
<b>4.2.5</b>	<i>Meio biótico</i> .....	<b>40</b>
<b>5</b>	<b>SITUAÇÃO AMBIENTAL DO EMPREENDIMENTO</b> .....	<b>41</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO</b> .....	<b>46</b>
	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....	<b>47</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Desde a antiguidade, a madeira faz parte da história do homem, fornecendo lenha para acender o fogo, para cozinhar alimentos e proporcionar calor. O transporte também seria impraticável sem a madeira, até o século XIX, todas as embarcações eram construídas com ela, assim como as carretas, carruagens e diversas máquinas agrícolas (LEÃO, 2000).

A madeira foi muito utilizada ao longo da história humana, por vários povos na construção de seus abrigos e de suas moradias. Decorrente do avanço das técnicas de emprego da madeira, ela tornou-se uma matéria-prima versátil capaz de ser base para um grande número de produtos, tais como: celulose, papel, energia, resinas, açúcares, madeira serrada, madeira roliça e chapas de madeira reconstituída à base de fibras, partículas e lâminas (FAGUNDES, 2003).

Segundo Rocha (2000), com o grande aumento populacional, o consumo de madeira aumentou de forma acelerada, causando um forte impacto nos estoques de madeiras nativas, principalmente das florestas tropicais. Esses recursos, atualmente, vêm se tornando escassos e indispensáveis para o suprimento da demanda.

Uma alternativa viável para minimizar o processo de exploração de florestas nativas é a utilização de madeiras provenientes de plantios florestais submetidas a um tratamento preservativo (TEIXEIRA, 2012), destacando-se neste contexto as espécies do gênero *Eucalyptus*, as quais possuem rápido crescimento, capacidade de adaptação às diversas regiões ecológicas e pelo potencial econômico, tendo em vista a utilização diversificada de sua madeira.

O gênero *Eucalyptus* tem a sua origem na Austrália, Tasmânia e outras ilhas da Oceania. Existem cerca de 730 espécies reconhecidas botanicamente, porém, não mais que 20 delas são empregadas para fins comerciais em todo o mundo. As principais espécies mais utilizadas, em função das características de suas madeiras, são: *Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden, *E. saligna* Smith, *E. urophylla* S. T. Blake, *E. viminalis* Labill (EMBRAPA, 2014).

Uma das grandes vantagens do eucalipto é a facilidade que essa planta oferece para a obtenção de cruzamentos entre diferentes espécies, processo conhecido como hibridação. Um dos híbridos de eucalipto mais conhecidos e usados no Brasil é o *E. urograndis*, resultado do cruzamento entre o *E. grandis* e o *E. urophylla*. Esse híbrido possui as melhores características do *E. grandis* como crescimento e qualidade da madeira e do *E. urophylla* como adaptação e resistência a doenças, particularmente ao fungo causador do cancro do eucalipto (CIB, 2008).

Muitas madeiras tropicais são conhecidas popularmente pela sua elevada durabilidade natural e, pode ser esse motivo que tenha gerado a escassez dessas espécies tão

valiosas. Porém, existem espécies que não apresentam elevada resistência aos organismos deterioradores da madeira. O eucalipto, por exemplo, apresenta baixa durabilidade natural quando comparado com algumas espécies, é suscetível a ataques de organismos xilófagos, sendo os fungos, insetos e organismos marinhos os principais agentes deterioradores. Assim, é necessário o tratamento da madeira para o aumento da vida útil em serviço, reduzindo o desmatamento e consumo de madeiras nativas (LOMBARDI, 2010).

De acordo, com Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis - IBAMA (2017), a importância da preservação da madeira no Brasil está relacionada com a diminuição da pressão sobre as florestas nativas, pois o aumento da vida útil da madeira possibilita a uma maior conservação dos recursos naturais florestais. Esse tipo de tratamento consiste em introduzir, por meio de processos adequados, produtos químicos na estrutura da madeira, visando torná-la tóxica aos organismos que a utilizam como fonte de alimentos (BRAZOLIN, 2007). A legislação brasileira obriga a utilização de madeira preservada nos serviços de utilidade pública, como, por exemplo, o setor elétrico e o ferroviário, sendo o Ibama, o órgão federal responsável pelo cumprimento dos dispositivos legais no setor de preservação de madeiras, inclusive no que se refere à emissão de registro de produtos preservativos de madeira (IBAMA, 2017).

Por se tratar de um processo produtivo de grande relevância para o setor econômico madeireiro, a atividade de preservação de madeiras, todavia, envolve a utilização de produtos químicos, na sua grande maioria, altamente tóxicos e que, se não utilizados corretamente podem causar danos à saúde dos trabalhadores e ao meio ambiente.

Os processos industriais são realizados nas chamadas Usinas de Preservação de Madeira (UPMs), que são unidades industriais dotadas de autoclaves, bombas de vácuo e de pressão, com sistemas de controle, vagonetas, tanques, pátios de secagem e preparação, e estruturas de movimentação de cargas (ARANTES, 2016) que visam o tratamento da madeira.

Em um ambiente de produção onde cada vez mais se discute questões referentes ao meio ambiente e impacto ambiental, torna-se necessário levantar os possíveis danos ambientais que envolvem esses processos produtivos das UPM's.

O objetivo deste trabalho foi realizar o levantamento e diagnóstico ambiental da atividade de tratamento químico e preservação de madeira em uma Usina de Preservação de Madeira – UPM sob pressão localizada no município de Capelinha-MG.

## 2 REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 Floresta plantada

As florestas acompanharam a humanidade nas diversas etapas do seu desenvolvimento: desde a caça e coleta, passando pelo fim da vida nômade e estabelecimento da agricultura e urbanização. Os avanços nas ciências florestais nos últimos anos foram surpreendentes, traduzidos não somente em ganhos na produção, como também em qualidade de vida. Grandes extensões têm sido plantadas para proteger mananciais, recuperar terras degradadas, expandir áreas recreacionais ou para produzir madeira em larga escala. O florestamento industrial tornou-se um fator dominante nas economias de muitos países (LEÃO, 2000).

Segundo Leão (2000), as florestas plantadas representam uma boa solução para o problema do desmatamento. As florestas podem ser implantadas em solos degradados ou relativamente pobres e ainda possui inúmeras utilizações, como o abastecimento de indústrias, fornecimento de lenha e carvão vegetal ou possibilita a proteção ambiental, pois diminui a pressão de ações extrativistas nas reservas naturais remanescentes.

O setor florestal começou se destacar no Brasil após a aprovação da legislação de incentivos fiscais ao reflorestamento, em 1966, que possibilitou às empresas abaterem até 50% do valor do imposto de renda, em projetos florestais (LEÃO, 2000).

Esse setor no Brasil vem expandindo nos últimos anos em área com florestas plantadas e na produção e consumo de produtos florestais, especialmente devido à crescente demanda mundial desses tipos de produtos (APRE, 2017).

O Brasil se destaca como pioneiro no setor de florestas plantadas e os investimentos constantes em inovação contribuem para promover os diversos usos da madeira de forma sustentável (IBÁ, 2017). A área total de árvores plantadas no Brasil totalizou 7,83 milhões de hectares em 2018, mantendo-se praticamente estável em relação ao ano de 2017. Os plantios de eucalipto ocupam 5,7 milhões de hectares desse total, enquanto as áreas com pinus somam 1,6 milhões de hectares; e outras espécies, entre elas seringueira, acácia, teca e paricá representam cerca de 590 mil hectares. As áreas com plantios de eucalipto representam 73% do total da área do setor, e estão localizados principalmente nos Estados de Minas Gerais (24%), São Paulo (17%) e Mato Grosso do Sul (16%) (IBÁ, 2019).

Em 2017, o setor florestal respondeu por 5% das exportações totais do país e 10% das exportações do agronegócio, com um saldo positivo de US\$ 10 bilhões na balança

comercial, ficando em quarto lugar, atrás apenas dos complexos soja, carnes e sucroalcooleiro (MAPA, 2018).

As plantações de árvores brasileiras são as mais produtivas do mundo. Em 2018, o Brasil apresentou uma produtividade média de 36,0 m<sup>3</sup>/ha.ano para os plantios de eucalipto, enquanto a de pinus foi de 30,1 m<sup>3</sup>/ha.ano (IBÁ, 2019).

Os plantios de eucalipto estão localizados principalmente nos Estados de Minas Gerais, assim, o estado é responsável pela maior área de florestas de produção plantadas no Brasil. Dessa forma, a oferta por madeira do estado deve ser diversificada, podendo atender às múltiplas demandas que o setor necessita (IBÁ, 2019).

O eucalipto apresenta múltiplos usos, o que amplia as possibilidades para comercialização da produção, dentre os principais usos estão a energia, a madeira roliça, a celulose e o papel, as chapas de fibras, as lâminas, os serrados e os óleos essenciais (EMBRAPA, 2014).

A disponibilidade de terras e as boas condições climáticas são fatores que contribuem para favorecer a competitividade brasileira no setor florestal. Os investimentos já realizados permitiram ao País melhorar sua posição no âmbito internacional, graças às altas produtividades florestais e tecnologias empregadas (MORA e GARCIA, 2000).

Para a economia brasileira e para a sociedade, o setor florestal contribui com uma parcela importante da geração de produtos, impostos, divisas, empregos e renda (SOARES; SOUSA; SILVA, 2008). A indústria brasileira de árvores plantadas é, atualmente, uma referência mundial por sua atuação pautada pela sustentabilidade, competitividade e inovação, ainda é mundialmente reconhecida pela alta produtividade de suas áreas plantadas. O setor apresenta a maior produtividade, medida em volume de madeira produzida por unidade de área ao ano. As árvores plantadas são fonte de centenas de produtos e subprodutos presentes em nossas casas e atividades cotidianas (IBÁ, 2017).

## **2.2 Deterioração da madeira**

As propriedades físico-mecânicas e anatômicas da madeira a tornam um material versátil, além de renovável. Em relação a outros materiais, como o concreto, plástico, aço e alumínio, a madeira apresenta uma série de vantagens, como beleza, alta resistência mecânica em relação à massa, baixo consumo energético para o seu processamento, bom isolamento térmico, fácil trabalhabilidade (VIDAL *et al.*, 2015).

Porém, a madeira apresenta, também, desvantagens em usos estruturais, como material combustível, uma vez que a madeira é suscetível em casos de incêndios quando a aplicação é em moradias e móveis. Também para algumas espécies, baixa durabilidade natural, rachaduras e empenamentos. O desconhecimento dos atributos e características da madeira inviabiliza a sua correta utilização (VIDAL *et al.*, 2015). Como citado sua desvantagem em determinada situação devido sua combustão, nesse mesmo quesito, a madeira apresenta vantagem, como fonte de biomassa para combustível (lenha, principalmente).

A biodegradação da madeira está na etapa fundamental da reciclagem de nutrientes dentro de um ecossistema por insetos ou microrganismos, colaborando dessa forma, para o equilíbrio entre a diversidade de formas vivas existentes na natureza. Contudo, os agentes biológicos que causam a biodeterioração da madeira não diferenciam os produtos que estão sendo úteis ao ser humano dos resíduos ou materiais lenhosos cuja degradação é importante para o equilíbrio natural (JANKOWSKY, 1990).

Segundo Valle *et al.* (2013), apesar de suas vantagens, quando utilizada em contato direto com o solo ou com a água a madeira apresenta alterações indesejáveis em sua estrutura e propriedades, devido à ação de agentes físicos, químicos e em especial dos biológicos. Por ser um material de natureza orgânica e no estado em que é normalmente utilizada, a madeira já não apresenta vida, e por isso, estando sujeita à deterioração. Os agentes físicos, químicos e biológicos, atuando em conjunto ou separadamente na madeira, aceleram seu processo de deterioração. Esse problema pode ser reduzido quando se realiza o tratamento preservativo na madeira.

Por outro lado, existem espécies de madeiras de alta ou de baixa durabilidade natural. Durabilidade ou resistência natural da madeira refere-se ao grau de susceptibilidade a ação de intempéries e ao ataque de agentes destruidores, como fungos, insetos e brocas marinhas. Madeiras de alta massa específica, por apresentarem uma estrutura mais fechada e, frequentemente, elevado teor de substâncias especiais, impregnando as paredes das células, são mais resistentes. A presença de materiais como sílica, alcalóides, taninos, normalmente de ocorrência mais acentuada no cerne dos troncos, aumenta a durabilidade natural da madeira, devido ao efeito tóxico que apresentam sobre os agentes deterioradores (BURGER & RICHTER, 1991).

O crescimento bem-sucedido da eucaliptocultura brasileira foi impulsionado pelo uso como biomassa combustível e, depois, pela fabricação de celulose e papel (FOELKEL, 2005). Isso ocorre principalmente pelo mercado já estabelecido desses setores, e ainda, por essas espécies comumente apresentarem baixa durabilidade natural, se mantendo em condições

favoráveis de uso por poucos anos, quando em contato direto com o solo (VIDAL *et al.*, 2015; VIVIAN *et al.*, 2014; ARAÚJO *et al.*, 2012). Valle *et al.* (2013), também afirma que, espécies de *Eucalyptus* são reconhecidamente de baixa durabilidade natural.

Segundo, Barillari (2002), a utilização da madeira de reflorestamentos, como produtos que requeiram tratamento preservante, está concentrada principalmente no gênero *Eucalyptus*.

### **2.3 Tratamento químico e preservação da madeira: relatos**

De acordo com a Revista da Madeira (2007), a preservação de madeiras é qualquer procedimento ou conjunto de medidas que possa conferir à madeira em uso, maior resistência aos agentes de deterioração, proporcionando-lhe maior durabilidade.

Jankowsky *et al.* (2002), entende que a preservação de madeiras é, usualmente, a aplicação de produtos químicos, visando impedir a degradação física e química ou, principalmente, a deterioração biológica do material madeira.

Segundo Cavalcante (1983), preservação de madeiras é o conjunto de produtos, métodos, técnicas e pesquisas destinadas a prolongar a vida útil do material. O tratamento preservativo pode ser realizado de forma industrial e não industrial, sendo o primeiro o mais eficiente em razão da melhor distribuição e penetração do preservativo no interior da madeira tratada.

Moreschi (2013), diz que o tratamento preservativo da madeira visa obter extensão da vida útil da madeira em serviço, ou de produtos confeccionados de madeira, por meio de aplicação de produtos que previnam o ataque de agentes deterioradores, principalmente os de origem biológica. Brazolin (2007), afirma que esse tipo de tratamento consiste em introduzir, por meio de processos adequados, produtos químicos na estrutura da madeira, visando torná-la tóxica aos organismos que a utilizam como fonte de alimentos.

Muitas definições são utilizadas para a atividade de tratamento químico e preservação da madeira, que afinal, os autores entendem chegam a um mesmo raciocínio, que é para aumentar a sua durabilidade em uso.

Do ponto de vista da preservação, alguns parâmetros devem ser observados, como: a escolha da espécie, com base nas propriedades intrínsecas de durabilidade natural e tratabilidade da madeira; definição do risco biológico a que a madeira será submetida; adoção do método de tratamento e produto preservativo em função do risco biológico, visando o aumento da durabilidade da madeira. As madeiras utilizadas em situações de maior risco e

exposição aos agentes deterioradores, como os moirões, postes, dormentes e alguns componentes de construção, é necessário o uso de madeiras de alta durabilidade natural, que lhe garantam maior resistência ao ataque de agentes xilófagos, principalmente. Madeiras reconhecidamente de alta durabilidade natural não estão mais disponíveis no mercado e, gradualmente, estão sendo substituídas por outras de rápido crescimento, exigindo, em contrapartida, tratamento preservativo (VIDAL *et al.*, 2015).

O objetivo principal quanto à preservação da madeira se concentra na tentativa de proteger a madeira contra o ataque de agentes biológicos de deterioração como, por exemplo, fungos, insetos, e agentes marinhos, de modo a conseguir aumentar seu tempo de uso. A utilização dessa madeira que após tratada apresenta maior durabilidade faz com que as substituições sejam necessárias após um maior período de tempo, diminuindo assim os custos (TEIXEIRA, 2012).

A madeira quando devidamente tratada, pode alcançar durabilidade entre 10 e 40 anos, variando conforme suas condições de exposição ambiental (JAMBECK *et al.*, 2007). Segundo Quintilhan *et al.*, (2018), o aumento da vida útil da madeira torna este material mais interessante comercialmente, visto a diminuição de trocas constantes, comuns as madeiras menos duráveis.

Assim, o tratamento preservativo é imprescindível para madeiras de baixa durabilidade natural ou para porções permeáveis e passíveis de tratamento, como o alburno (REVISTA DA MADEIRA, 2007).

Os tratamentos industriais são classificados em processos de célula cheia e de célula vazia, em função da maneira pela qual é realizada a impregnação do preservativo em seu interior (HUNT; GARRAT, 1967). Já os processos não industriais abrangem diversas técnicas como o pincelamento, aspersão ou pulverização, imersão rápida ou prolongada, banho quente-frio e capilaridade ou substituição de seiva (AMARAL, 2012).

A diferença dos processos de célula cheia do de vazia, é explicado por Santini (1988) que, os processos de célula vazia são aplicados quando se deseja profundidade de penetração com baixa retenção do produto. Estes processos são normalmente para impregnação com produtos oleossolúveis, porém podem ser utilizados também produtos oleosos ou hidrossolúveis. Já o processo de célula cheia proporciona retenções mais elevadas e é o método mais utilizado para se tratar madeira sob pressão.

Segundo Campos *et al.*, 2003, dos métodos de preservação utilizados no mundo inteiro, os mais eficientes ainda são aqueles aplicados sob condições de vácuo e pressão, e dentre estes, o mais importante é o de célula cheia ou Bethell, que tem por finalidade preencher

ao máximo as células da madeira com o preservativo. Vidal *et al.* (2015), também apontam o tratamento de célula cheia (Bethell), de alta pressão, como o mais utilizado.

Os principais métodos de tratamento preservativo da madeira no Brasil são aqueles realizados sob pressão, em autoclave, utilizando o método Bethell, conforme citado anteriormente por alguns autores. Segundo Hunt e Garratt (1962), esse método foi desenvolvido e patenteado por John Bethell, em 1838, na Inglaterra, e consiste nas etapas de vácuo inicial, seguida da admissão do preservativo, sem a entrada de ar no cilindro da autoclave, indo para uma fase de pressão de impregnação do produto na madeira. Passado esse tempo, há o esvaziamento do preservativo no cilindro da autoclave e aplicação de um vácuo final (etapa esta não citada na patente inicial). O método Bethell utilizava, originalmente, preservativos oleosos, mas atualmente os preservativos hidrossolúveis também são utilizados. Tal método é amplamente utilizado no Brasil para tratamento das madeiras dos gêneros *Eucalyptus* e *Pinus*. Nesse processo, podem ser utilizados o CCA, CCB e o creosoto.

Segundo Vivian (2011), o processo de tratamento de Bethell segue as seguintes etapas:

- a) Vácuo inicial: Nessa etapa, após a autoclave ser fechada, gera-se um vácuo inicial de 600 a 630 mmHg durante um tempo que varia de 30 minutos a 1 hora, conforme a permeabilidade da madeira, com a finalidade de extrair parte do ar das camadas superficiais da madeira para facilitar a entrada do preservativo.
- b) Admissão do preservativo: Sem romper o vácuo e aproveitando-se do mesmo, permite-se a entrada do preservativo. Esta admissão, se necessário, pode ser completada com o auxílio de uma bomba de transferência, pois a autoclave deve ficar completamente cheia com a solução preservativa, sem a ocorrência de bolsas de ar.
- c) Pressão: Com a autoclave totalmente preenchida, eleva-se a pressão até se atingir a ordem de 10 a 12 kgf/cm<sup>2</sup>. O período de pressão varia de 1 a 5 horas, dependendo da permeabilidade da madeira em tratamento. É necessário que seja absorvida a quantidade de preservativo correta para se obter a retenção desejada.
- d) Drenagem do preservativo: A pressão é então aliviada, e o preservativo restante é bombeado de volta para o tanque de armazenamento.
- e) Vácuo final: Aplica-se um vácuo final de curta duração com a finalidade de eliminar o excesso de preservativo sobre a superfície da madeira evitando desperdício.

Vivian (2011), ainda completa que, o tempo requerido para o tratamento de madeira dependerá de alguns fatores, como espécie a tratar, grau de sazonalidade, dimensão das peças, e quantidade de alburno.

A efetividade de um tratamento preservativo é avaliada pela retenção e penetração dos preservativos na madeira (ARSENAULT, 1973; REVISTA DA MADEIRA, 2007; MONTANA QUÍMICA, 2008). A retenção é a quantidade de preservativo introduzido e retido na madeira, sendo expressa em massa (kg) de componentes ativos do produto por unidade de volume de madeira tratada; no sistema métrico decimal, a retenção é expressa em  $\text{kg/m}^3$  (quilogramas por metro cúbico) e, no sistema inglês, é expressa em  $\text{lb./pé}^3$  (libras por pé cúbico), com equivalência de  $1 \text{ kg/m}^3$  para  $16 \text{ lb./pé}^3$ . A penetração é a profundidade que o preservativo alcança na madeira, sendo comumente avaliada por reações colorimétricas, permitindo a avaliação qualitativa da distribuição do preservativo na região tratável da madeira (SIAU, 1984; MONTANA QUÍMICA, 2008). A Norma Brasileira Regulamentadora - NBR 9480, da Associação Brasileira de Normas Técnicas - ABNT (2009) cita que a retenção deve ser de, pelo menos,  $6,5 \text{ kg}$  de ingredientes ativos/ $\text{m}^3$  de madeira para peças a serem utilizadas em contato com o solo (BROCCO, 2011).

De acordo com a Associação Brasileira de Produtos de Florestas Plantadas (2013), os principais produtos gerados a partir de madeira tratada são postes, cruzetas, dormentes, cercas e estruturas para a construção civil, entre outros. A atividade é regulamentada por legislações específicas e orientada por normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT). Nos últimos anos, a madeira tratada vem ganhando mercado nas mais diversas regiões do país. As principais usinas de preservação de madeira estão distribuídas predominantemente nas Regiões Sudeste e Sul, onde se concentram as maiores áreas reflorestadas do país.

Sobre as primeiras atividades de tratamento no país, aponta que, a primeira usina de tratamento de madeiras sob pressão foi importada da Inglaterra pela antiga Estrada de Ferro Central do Brasil e instalada no município de Juiz de Fora, Minas Gerais, entre 1902 e 1904, para tratamento de dormentes com creosoto. A partir dessa década, os documentos disponíveis não indicam nenhum acontecimento relevante até a década de 1930. O primeiro estudo sobre preservação de madeiras foi desenvolvido por Brotero (1933) e objetivava avaliar a penetração de um preservativo hidrossolúvel em estacas, aplicado por imersão, bem como o efeito do tratamento nas propriedades mecânicas da madeira e o aumento da vida útil conferida a esse material. Nessa época, houve também registro de dois outros estudos: um foi desenvolvido por Edmundo Navarro de Andrade, envolvendo o tratamento de peças roliças com creosoto, por banho quente-frio; e outro, desenvolvido por Djalma Guilherme de Almeida, em 1939, visando avaliar a resistência de várias madeiras ao ataque de cupins, assim como testar a eficiência do tratamento da madeira com pentaclorofenol.

Na década de 1950, houve a continuação dos estudos científicos e a instalação da segunda usina de tratamento de madeiras, pela Companhia Vale do Rio Doce, em Governador Valadares, Minas Gerais. Houve, também, nesse período, a instalação de mais três usinas de capital privado e o início da fabricação de preservativos no País (CAVALCANTE, 1986).

Dessa forma, as décadas de 30, 40 e 50 foram marcadas, pelas pesquisas relativas à preservação, que se iniciaram com a criação, em 1931, do Gabinete de Resistência dos Materiais (atualmente chamado Instituto de Pesquisas Tecnológicas, IPT). Aquelas pesquisas trataram da avaliação da penetração dos preservativos na madeira, do efeito dos preservativos nas propriedades mecânicas da madeira, do aumento da vida útil que o tratamento conferia à madeira, dentre outras. As pesquisas se proliferaram e começaram a ser feitos ensaios em laboratórios e em campo. Na década de 60 surgiram as dissertações de mestrado, teses de doutorado, além de inúmeros trabalhos sobre processos de tratamento da madeira, penetração de preservativos em moirões e tratabilidade da madeira (MORAES, 1996).

De acordo com Vidal (2015), nesse período, houve a instalação de novas usinas de tratamento. Um fato importante que estimulou o desenvolvimento do setor foram as promulgações da Lei Federal nº 4797, de 20/10/1965, dos Decretos-Lei nº 58.016, de 18/03/1966, e de nº 61.248, de 30/10/1967, que estabeleceram que toda a madeira utilizada em serviços públicos (nas áreas de transporte e energia) deveria ser tratada, e regulamentaram o seu uso. Em 28 de fevereiro 1967 foi criado o Instituto Brasileiro de Desenvolvimento Florestal (IBDF, órgão do Ministério da Agricultura), a quem coube a aplicação da legislação acima citada (MORAES, 1996).

Foi criada, em 25 de agosto de 1969, a primeira entidade de classe, a Associação Brasileira dos Preservadores de Madeira (ABPM), com sede no Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT), na cidade de São Paulo (VIDAL *et al.*, 2015).

De acordo com Vidal *et al.* (2015), na década de 1970, houve aumento expressivo no número de publicações, oriundas de universidades, centros de pesquisa e empresas, com o objetivo de divulgação de técnicas de preservação da madeira, estudos de durabilidade natural, eficiência de produtos, bem como cuidados operacionais no tratamento e uso da madeira tratada. Segundo Moraes (1996), uma década rica em trabalhos de pesquisa e ensino de preservação de madeira. Cavalcante (1986), diz que foram publicados 92 trabalhos na área de preservação de madeira e se iniciaram as disciplinas de preservação de madeira nos cursos de graduação em Engenharia Florestal.

Porém nessa mesma época, os consumidores de produtos de madeira tratada apresentaram seus questionamentos sobre a vida útil dos postes e a ausência de informações e

de normas técnicas levou a perda da credibilidade quanto ao uso de postes de madeira, colocando-o em desvantagem no mercado em relação aos outros materiais, como poste de concreto. Nessa década, houve maior atuação da ABPM e do IPT, no sentido de corrigir o mau conceito do poste de madeira tratada no Brasil. Em 1973, a Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) publicou duas normas importantes para o setor: a norma EB-596 “Postes de eucalipto preservados sob pressão” e a MB-790 “Penetração e retenção de preservativo em postes de madeira”. Tais normas foram muito importantes para conferir maior respaldo técnico desses produtos. Um novo crescimento no consumo de postes de madeira tratada começou a surgir a partir da década de 1980 (CAVALCANTE, 1986).

Atualmente as normas em vigências são ABNT Norma Brasileira Regulamentadora - NBR 16143:2013 Preservação de madeiras — Sistema de categorias de uso, norma publicada em janeiro de 2013, e está em revisão. Outra norma é a ABNT NBR 6232:2013 Penetração e retenção de preservativos em madeira tratada sob pressão.

De acordo com Netto, 2010, apud Vidal et al., 2015, em 2010 a indústria de preservação de madeira empregou aproximadamente, 1,3 milhões de metros cúbicos de madeiras, sendo 60% destinados ao setor rural (moirões, estacas e instalações rurais), 13% para o setor elétrico (postes e cruzetas), 11% para o setor ferroviário (dormentes), 15% para a construção civil (peças roliças e serradas, telhas, estruturas) e 1% para outros usos, como pisos automotivos e exportações. Pelo fato da maior oferta de madeiras, especialmente de *Eucalyptus*, além da maior proximidade do mercado consumidor, nesse período existiam 272 usinas de preservação, cadastradas junto ao Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), localizadas, em sua maioria, nos Estados de Minas Gerais, São Paulo, Espírito Santo e Santa Catarina.

## **2.4 Produtos para tratamento da madeira**

Segundo Freitas (2002), preservante é a denominação dada a certas substâncias ou formulações químicas, de composição e características definidas que, aplicadas à madeira, lhe conferem proteção contra a degradação biológica. Arantes (2016), afirma que, os preservativos ou preservantes são produtos químicos introduzidos na estrutura da madeira, visando torna-la tóxica aos fungos e insetos. Dessa forma, uma vez aplicado deve penetrar profundamente na madeira, não se evaporar, nem ser arrastado pelas águas da chuva ou umidade do solo. Também não deverá ser tóxico ao homem e animais domésticos, nas concentrações usuais, e ser relativamente barato (JANKOWSKY, 1990).

Os preservativos são agrupados em dois tipos básicos: oleosos ou oleossolúveis e hidrossolúveis. Os modernos preservativos hidrossolúveis são constituídos pela associação de vários sais. O sulfato de cobre, bicromato de potássio ou sódio, sulfato de zinco, ácido crômico, ácido arsênico, ácido bórico e outros compostos podem fazer parte das suas fórmulas. A proporção em que entram na composição de um preservativo é determinada através de cuidadosos estudos. As soluções aquosas desses sais, penetrando na madeira, sofrem reações de fixação, produzindo compostos insolúveis que dificilmente serão lixiviados, isto é, arrastados pelas águas ou umidade do solo (JANKOWSKY, 1990).

Lopes e Santos (2012), afirmam que dentre os preservativos oleosos devem ser considerados o creosoto e o alcatrão de hulha, produtos encontrados em usinas siderúrgicas. Os autores consideram a sua composição bastante complexa, com elevado número de compostos orgânicos. O creosoto tem tendência de exsudar da madeira tratada, formando uma camada de óleo na superfície, que causa problemas no manuseio com irritação da pele e dos olhos, dificultando a aceitação de acabamentos, além de ser tóxico ao meio ambiente.

Entre os preservativos oleossolúveis destacam-se formulações a base de pentaclorofenol, tribromofenol, quilinolato de cobre, e outras, que variam em função da utilização. Os solventes mais usados são o óleo diesel, o querosene ou a água raz (LOPES, SANTOS, 2012).

Segundo Freitas (2002), os preservativos hidrossolúveis apresentam muitas vantagens em relação aos preservativos oleossolúveis: maior facilidade de formação de complexos com os componentes da parede celular, resistente à lixiviação, não são corrosivos a metais, sua aplicação pode ser feita à temperatura ambiente, são quimicamente estáveis, não são inflamáveis, não exalam cheiro e permitem acabamento da madeira, como aplicação de tintas e vernizes. Além disso, mantém inalterada a condutividade elétrica da madeira, fator de grande importância quando é utilizada em postes para energia elétrica e dormentes para ferrovia.

O CCA é um preservativo hidrossolúvel, altamente eficaz, foi desenvolvido no início da década de 1930 e rapidamente se tornou um dos preservativos de madeira mais utilizados no mundo. No Brasil, trata-se de um produto usado exclusivamente sob pressão pelas usinas de preservação de madeiras (AMARAL, 2012).

Os ingredientes ativos do CCA são o  $\text{CrO}_3$  (trióxido ou óxido de cromo), o  $\text{CuO}$  (óxido de cobre) e o  $\text{As}_2\text{O}_5$  (pentóxido de diarsênio). Ao longo dos anos, as porcentagens desses ingredientes foram alteradas, resultando em três formulações básicas normatizadas e disponíveis no mercado, como o tipo A, o tipo B e o tipo C. Porém, atualmente apenas o CCA

tipo C é registrado e liberado para comercialização na maioria dos países, incluindo o Brasil. Na formulação do CCA-C, cromo, cobre e arsênio estão presentes em 47,5%, 18,5% e 34%, respectivamente, expressos como óxidos (LOPES, SANTOS, 2012).

O cromo é considerado o principal responsável pela fixação do arsênio e do cobre. O arsênio e o cobre desempenham o papel de inseticida e fungicida, respectivamente, aderindo à parede celular da madeira após reações de fixação (LOPES e SANTOS, 2012). É por isso que a madeira fica imunizada contra a ação de fungos (apodrecimento), insetos (brocas e cupins) e alguns organismos marinhos (moluscos e crustáceos).

O emprego do arseniato de cobre cromatado (CCA) foi e ainda é criticado por representar perigo à saúde, por causa dos possíveis perigos pela exposição ao arsênio, e por não tratar com eficiência madeiras que possuam baixa permeabilidade, por ser rapidamente absorvido (LEPAGE, 1986).

Por se tratar de um produto químico perigoso, a atenção quanto o seu manuseio, uso e aplicação, e possíveis resíduos gerados, deve andar junto com a segurança dos trabalhadores dentro das UPM, cuidado com as edificações em que a solução percorre dentro do sistema produtivo, para evitar vazamentos e acidentes, e com a destinação final dos resíduos, principalmente no que se refere a proteção com o meio ambiente, por meio do risco de contaminação da água, do solo e de animais.

## **2.5 Aspecto ambiental da atividade de preservação de madeira**

As florestas, naturais e plantadas, desempenham papel fundamental no fornecimento de diversos produtos que são essenciais para o dia a dia das pessoas. Sustentável, renovável e amigável ao meio ambiente, as árvores plantadas para fins produtivos são eficazes para atender à crescente demanda por madeira, sem exaurir os recursos naturais, bem como importantes aliadas no combate às mudanças do clima (CNI, 2017).

Hoje, as empresas atuam muito além do compromisso com as legislações que regem o uso da terra, como o Código Florestal Brasileiro e o Licenciamento Ambiental. Os investimentos na melhoria contínua das práticas de manejo são constantes e têm como principal objetivo mitigar os impactos e promover a conservação da biodiversidade, sempre levando em conta escala e intensidade das atividades produtivas (IBA, 2017).

O licenciamento ambiental é uma exigência legal e uma ferramenta do poder público para o controle ambiental. É o procedimento no qual o poder público, representado por órgãos ambientais, autoriza e acompanha a implantação e a operação de atividades, que utilizam

recursos naturais ou que sejam consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras. É obrigação do empreendedor, prevista em lei, buscar o licenciamento ambiental junto ao órgão competente, desde as etapas iniciais de seu planejamento e instalação até a sua efetiva operação. Porém, em muitos casos, o licenciamento ambiental apresenta-se como um desafio para o setor empresarial (FIRJAN, 2004).

Todo empreendimento listado na Resolução Conama 237, de 19 de dezembro de 1997 é obrigado a possuir licença ambiental. Neste sentido, na resolução em seu Anexo I a que se refere as atividades ou empreendimentos sujeitas ao licenciamento ambiental, consta as atividades ligada a Indústria da madeira, como: serraria e desdobramento de madeira, preservação de madeira, fabricação de chapas, placas de madeira aglomerada, prensada e compensada, fabricação de estruturas de madeira e de móveis. Dessa forma para a atividade de preservação de madeira é obrigatório obter sua licença ambiental junto ao órgão competente.

Durante 13 anos de vigência, a Deliberação Normativa Copam nº 74/2004, a qual hoje encontra-se revogada, atuava com a classificação das atividades passíveis de licenciamento ambiental no estado de Minas Gerais, baseava no enquadramento dos empreendimentos em seis classes, seguindo a correlação entre o porte e o potencial poluidor ou degradador da atividade sobre o meio ambiente.

Atualmente, a Deliberação Normativa Copam nº 217 de 06 de dezembro de 2017 em vigor é resultado da revisão dos procedimentos, metodologia, critérios e listagens de atividades da DN Copam nº 74 de 2004, trabalho desenvolvido pelas equipes técnicas do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Sisema) de Minas Gerais.

A DN vigente, estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, as classes vão de 1 à 6 e têm um papel importante na modalidade de licenciamento ambiental a ser adotada, assim como os critérios locais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de cada empreendimento e atividade utilizadores de recursos ambientais. Ao final do texto da deliberação é possível observar as listagens separadas por grupos de atividades, na sequência de A ao G, por exemplo, para o grupo Atividades Minerárias, tem-se a Listagem A e dentro dela, quadros com diversas atividades ligadas a esse setor, separadas por código. Para a atividade de tratamento químico da madeira, a mesma se apresenta na listagem B descritas como Atividades industriais, indústria metalúrgica e outras, ainda dentre essa listagem apresenta uma subdivisão, em que a definição para o grupo B-10 Indústria da madeira e de mobiliário, apresenta o código B-10-07-0 com descrição para a atividade de Tratamento químico para preservação de madeira.

A atividade de tratamento químico e preservação de madeira apresenta como potencial poluidor/degradador geral classificado como grande, sendo específico para o parâmetro água e solo como grande, o ar como pequeno. Para o porte, a depender da produção nominal em metros cúbicos por ano, o empreendimento pode ser enquadrado como pequeno, médio e grande porte. Para essa atividade não há possibilidade de enquadramento como licenciamento ambiental simplificado, apenas na modalidade convencional.

Esse novo modelo, além de suas especificidades intrínsecas como os denominados critérios locacionais, que se referem à relevância e à sensibilidade dos componentes ambientais e às novas modalidades de licenciamento ambiental, tais como: Licenciamento Ambiental Simplificado - LAS, realizado em única etapa e o Licenciamento Ambiental Concomitante – LAC que se trata da análise simultânea de mais de uma licença, apresenta-se atualmente desenvolvido sobre duas inovadoras ferramentas construídas no âmbito da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável - SEMAD: a IDE-SISEMA e o Sistema de Licenciamento Ambiental - SLA. A Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IDE-SISEMA) foi instituída pela Resolução Conjunta SEMAD/FEAM/IEF/IGAM nº 2.466, de 13 de fevereiro de 2017. Em termos práticos, a IDE-SISEMA é uma plataforma que permite ao usuário acessar as diversas camadas geoespaciais, cada qual contendo um conjunto de informações sobre determinados atributos ambientais do território mineiro, tais como hidrografia, clima, relevo, cobertura vegetal, patrimônio histórico e cultural, entre diversos outros, possibilitando a análise das características da localidade onde se pretende implantar um novo empreendimento. Trata-se de modelo de gestão corporativa e compartilhada dos dados, padrões e tecnologias geoespaciais de seus órgãos componentes, implementado por Comitê Gestor formado pelos setores técnicos especializados da Secretaria de Estado de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável, Fundação Estadual de Meio Ambiente, Instituto Estadual de Florestas e Instituto Mineiro de Gestão das Águas.

As licenças ambientais também podem conter impostas as condicionantes ambientais. O gerenciamento dos impactos ambientais e o estabelecimento de condicionantes nas licenças ambientais aplica-se em todos os casos a diretriz de maximização dos impactos positivos, bem como de evitar, minimizar ou compensar os impactos negativos da atividade ou empreendimento. Normalmente as condicionantes visam à implementação correta dos programas de monitoramento e acompanhamento ambiental do empreendimento. Também objetivam prevenir riscos à saúde e ao meio ambiente. Segundo Pinto (2017), as condicionantes ambientais são uma série de compromissos que o empreendedor assume para com o órgão ambiental com vistas à obtenção e manutenção das licenças (prévia, de instalação e de

operação), garantindo conformidade e sustentabilidade ambiental do empreendimento e/ou atividade. Dessa forma, pode ser entendida em que o órgão licenciador estabelece as condições, restrições e medidas de controle ambiental que deverão ser obedecidas pelo empreendedor, pessoa física ou jurídica, visando à minimização ou até mesmo à compensação dos impactos ambientais causados pelos empreendimentos e/ou atividades.

De acordo com Fornari (2011), se tratando da visão empresarial, o processo de tratamento em autoclave não causa impacto negativo no meio ambiente, pelo fato de não gerar resíduos. A sobra do produto químico no final do tratamento volta a ser reutilizado nos próximos tratamentos, ficando armazenado em um depósito adequado. De forma mais aprofundada, a visão técnica explica que a solução que restará do processo seguirá para um tanque onde, numa nova etapa, se montará a nova solução a ser aplicada em um novo processo, seguindo-se um ciclo, ou seja, em um sistema fechado e com aproveitamento da solução preservante, assim, sucessivamente, não restando nada da solução para ser descartada. Quando o produto químico utilizado é direcionado para o lugar certo, armazenado e utilizado de forma correta, o impacto na natureza é mínimo.

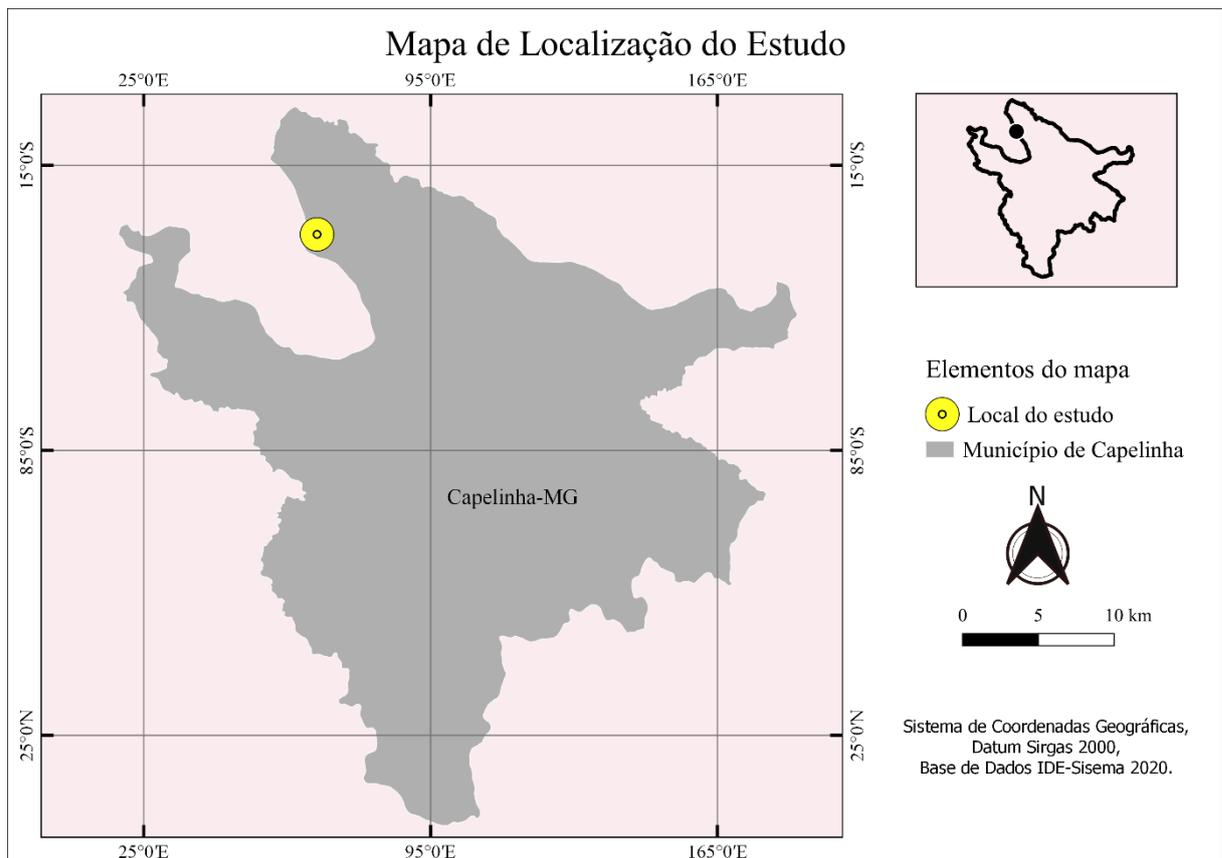
O meio ambiente como direito fundamental vislumbra o reconhecimento do ambiente sadio como essencial ao ser humano na medida em que visa proporcionar o bem-estar para as presentes e futuras gerações (MIRANDA, 2010). A partir de suas necessidades de transformar e modificar o seu contorno natural, para inicialmente melhorar ou facilitar a sua vivência no mundo, os seres humanos desde seu primórdio modificador vêm remodelando de acordo com suas necessidades de adaptar o mundo para atender as melhorias em suas qualidades de vida (LIMA, 2015).

Dessa forma, estudos sobre a atividade de tratamento químico e preservação de madeira vem sendo cada vez mais importante tanto no aspecto econômico, ambiental e social, uma vez que esses fatores estão interligados na cadeia produtiva no setor de madeira tratada.

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Local de estudo

O trabalho foi desenvolvido em uma madeireira localizada no imóvel rural denominado Fazenda Galego, no município de Capelinha – MG (Figura 1), especificamente em uma Usina de Preservação de Madeira – UPM sob pressão, (latitude:  $-17^{\circ}33'22.28''$ ; longitude:  $-42^{\circ}34'25.09''$ ). O empreendimento está localizado a 1,6 km da margem da rodovia estadual MG 308 e a 13 km do município de Capelinha e possui uma área de 4,3894 ha, parte integrante da Fazenda Galego, utilizada para tratamento químico de madeira.



**Figura 1** - Localização da área de estudo. Fonte: Elaborado pela autora, 2020.

#### 3.2 Caracterização do empreendimento

A atividade em exercício do empreendimento trata-se do tratamento químico para preservação de madeira oriunda de floresta plantada, através do sistema vácuo-pressão em autoclave. Para o tratamento é utilizado o produto preservante de nome comercial Madepil AC 40 CCA<sup>®</sup>. O produto encontra-se registrado no IBAMA sob n<sup>o</sup> 007315 e é fornecido em

tambores de 100 kg pela empresa Koppers Performance Chemicals Brasil Comercio de Preservantes Ltda.

De acordo com o Parecer Técnico elaborado pela Supram/Jequitinhonha, a produção anual do empreendimento é de até 10.000 m<sup>3</sup>/ano de madeira tratada. Ainda no documento, são estabelecidas as condicionantes ambientais, que são no total de 15 condições listadas no anexo do Parecer. O quadro 01 apresenta a lista das condicionantes:

**Quadro 01:** Lista das Condicionantes descritas na Licença Ambiental de Operação Corretiva do empreendimento:

<b>Item</b>	<b>Descrição da Condicionante</b>	<b>Prazo</b>
1	Executar Programa de Automonitoramento, descrito no Anexo II deste Parecer.	Durante a vigência da LOC
2	Manter no empreendimento as notas fiscais de compra da madeira, os documentos de controle ambiental, previstos no art.73 da Lei Estadual nº 20.922/2013, e das taxas florestais quitadas do comerciante da madeira.	Durante a vigência da LOC
3	Realizar a limpeza (remoção dos lodos) do sistema de tratamento dos efluentes líquidos sanitários periodicamente e dar destinação final adequada a esses resíduos sólidos.	Durante a vigência da LOC
4	Manter temporariamente em local adequado e dar destinação final adequada aos resíduos sólidos perigosos, contaminados com o produto preservativo à base de CCA. Apresentar a esta Superintendência comprovantes de destinação final adequada desses resíduos.	Anualmente
5	Apresentar quadro atualizado dos funcionários, treinamento, e, em caso de novas contratações, comprovar a realização de treinamentos para as devidas funções (operar a autoclave, prevenção de riscos ambientais, primeiros socorros e uso adequado dos recipientes de coleta seletiva de resíduos sólidos e perigosos).	Anualmente
6	Realizar ações de comunicação social e educação ambiental para as comunidades mais próximas ao empreendimento.	Anualmente
7	Apresentar medidas de manutenção preventiva nas edificações utilizadas para controle dos efluentes originados no processo de tratamento químico de madeiras, tendo em vista o potencial corrosivo da substância utilizada na autoclave.	60 dias após a concessão da LOC
8	Instalar placas de sinalização de resíduos sólidos contaminados onde se localizam as bombonas destinadas para este fim.	30 dias após a concessão da LOC
9	Implantar sistema de sinalização com placas de identificação adequada para a madeira disposta no local “in natura” ou prontas para comercialização.	30 dias após a concessão da LOC

10	Apresentar um laudo de medição de ruídos, em pontos estratégicos do empreendimento, de acordo com os critérios técnicos da ABNT/NBR 10.151 e Legislação Estadual 10.100 de 17/01/90, contemplando a operação dos equipamentos.	Durante a vigência da LOC
11	O empreendimento deverá, ao vender qualquer lote de madeira tratada, alertar ao consumidor por meio de folheto ou outra forma expressa, sobre os cuidados a serem adotados com a disposição final desse produto que pode causar danos à saúde humana.	Durante a vigência da LOC
12	Registrar junto ao Instituto Estadual de Florestas – IEF a Usina de Tratamento de Madeira, nos termos da Resolução conjunta SEMAD/IEF nº 1661 de 27 de julho de 2012.	30 dias após a concessão da LOC
13	Apresentar um Projeto Técnico de Reconstituição da Flora - PTRF, para recomposição da área de reserva legal, considerando a condução da regeneração natural e plantio de mudas nas áreas de solo mais expostas. Apresentar relatórios anuais de acompanhamento do PTRF.	30 dias após a concessão da LOC
14	Regularizar a captação no poço tubular existente na propriedade. Até a regularização o empreendedor não poderá realizar captação de água no poço tubular.	60 dias após a concessão da LOC
15	Construir uma estrutura adequada para o armazenamento de tambores de óleo diesel e abastecimento de veículos. O local deverá ser impermeabilizado, coberto, com canaletas e caixa separadora de água e óleo – Caixa SAO.	90 dias após a concessão da LOC

**Fonte:** Parecer Único do processo de licenciamento ambiental do empreendimento.

O anexo II citado na condicionante 1, é referente ao monitoramento de efluentes líquidos, poço tubular, barramento, solo e elaboração de relatório de resíduos sólidos e oleosos.

A espécie utilizada para o tratamento é na sua maior parte composta pelo *Eucalyptus cloeziana*, as peças tratadas geralmente são roliças de diferentes diâmetros.

A mão de obra é proveniente do município de Capelinha, precisamente de pessoas residentes na área urbana, sendo fornecido transporte para os trabalhadores se deslocarem.

A infraestrutura do empreendimento é composta por: galpão da usina, escritório, refeitório, cozinha, banheiros, estacionamento, almoxarifado e pátio para estocagem de madeira. O galpão onde se encontra instalada a autoclave possui cobertura, piso impermeabilizado com canaletas de drenagem de efluente industrial no entorno da área de carregamento/descarregamento e respingo da madeira as quais direcionam o efluente ao fosso,

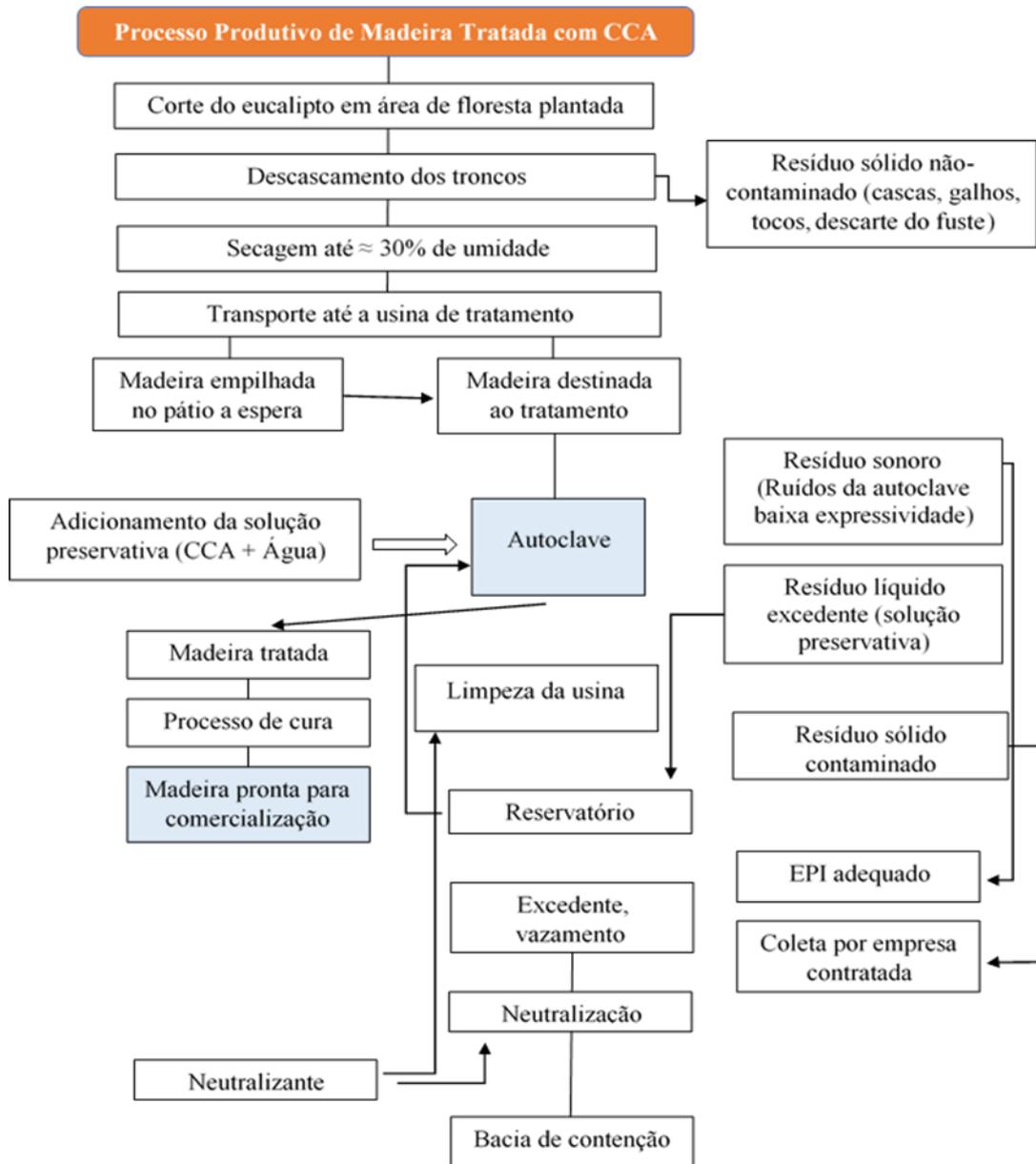
trilhos para carga e descarga da madeira e depósito de armazenamento dos tambores metálicos do preservativo de madeira (100 kg/cada).

A autoclave é do Modelo UTM-R, com capacidade de 28 m<sup>3</sup> e reservatório com capacidade de 47 m<sup>3</sup>.

Para o funcionamento da UPM, a autoclave possui vagonetas em que a madeira é levada para o interior da autoclave, onde ocorre o tratamento, que compreende as seguintes operações: introdução da madeira, depois de seca no cilindro de alta pressão (autoclave) (a pressão interna é igual a externa); inicia-se o vácuo inicial, com a finalidade de extrair o ar da autoclave e das cavidades (celulares) da madeira, a 720 mmHg; Mantendo o vácuo, se inicia o enchimento da autoclave com a solução preservante, com a ajuda do próprio vácuo existente dentro da autoclave; quando a autoclave está totalmente cheia com a madeira e solução preservante, finaliza o vácuo inicial, dá-se à pressão até a saturação de 18 Kgf/cm<sup>2</sup>, para injeção do produto preservante, resultando em impregnação total do alburno (zona externa da madeira, região mais permeável); finalizando a fase de pressão, a solução excedente é transferida para o tanque reservatório, esvaziando-se totalmente a autoclave; inicia-se o vácuo final para a retirada do excesso de solução preservante da superfície da madeira. A duração do ciclo de tratamento é de aproximadamente de 02:30 a 03:00 horas.

Após o tratamento a madeira permanece num período de cura (descanso), em média de 72 horas, porém esse tempo varia dependendo do clima, temperatura ambiente, neste período não é recomendável manusear a madeira e nem colocá-la em contato com a água. Após esse período a madeira está pronta para a comercialização.

A seguir, mostra o fluxograma simplificado do processo de produção (figura 2):



**Figura 2** - Fluxograma simplificado do processo de produção. Fonte: Elaborado pela autora.

Este estudo apresenta apenas a análise do processo, após o recebimento da matéria-prima na UPM. A fase de colheita e transporte não faz parte dessa pesquisa.

### 3.3 Metodologia aplicada

Este trabalho é baseado em uma análise exploratória de documentos técnicos e dos arquivos que envolve a Licença Ambiental da atividade de tratamento químico e preservação de madeira de uma Usina de Preservação de Madeira, instalada e em operação no município de

Capelinha – MG. Os documentos estão disponíveis na Superintendência Regional de Meio Ambiente do Jequitinhonha (Supram – Jequitinhonha) e nos arquivos do empreendimento.

A análise foi amparada por revisão de literatura e documentação técnica de referência. A partir da avaliação de impactos apresentada nos relatórios ambientais foi possível verificar as medidas a serem adotadas para o controle ambiental. Os impactos se restringem ao nível específico referente ao empreendimento alvo deste estudo, os mesmos foram levantamentos no âmbito dos estudos ambientais da UPM, o Relatório de Controle Ambiental – RCA, Plano de Controle Ambiental - PCA e por meio de visita “*in loco*”.

Parte do trabalho consistiu em elaborar os termos de compromisso e a autorização para a pesquisa (ANEXO A), por meio do qual solicita-se a possibilidade do desenvolver da pesquisa no empreendimento. Estes termos tinham, como objetivo, consolidar o compromisso do desenvolvimento do trabalho, além de manter boas relações entre os membros envolvidos na pesquisa. Após os termos estarem em mãos e o consentimento do trabalho a ser desenvolvido, pode-se dar início aos estudos em campo que desencadeou a pesquisa. Informações também foram obtidas por meio de conversa com funcionários e responsável legal pelo empreendimento, para esclarecimentos referente ao funcionamento e execução das medidas de controle ambiental.

## **4 RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1 A usina de preservação de madeira**

O empreendimento possui Licença Ambiental de Operação Corretiva para a atividade de “Tratamento químico para preservação de Madeira”, código G-03-07-7, classe 3 (Porte pequeno e Potencial Poluidor grande), conforme Deliberação Normativa n.º 74, de 09 de setembro de 2004 (DN 74/04) (Minas Gerais, 2004). Atualmente a Deliberação Normativa em vigor que estabelece critérios para classificação, segundo o porte e potencial poluidor, bem como os critérios locacionais a serem utilizados para definição das modalidades de licenciamento ambiental de empreendimentos e atividades utilizadores de recursos ambientais é a Deliberação Normativa Copam nº 217, de 06 de dezembro de 2017 (Minas Gerais, 2017), sendo portanto, revogada a DN 74/2004. De acordo com a DN 217/2017, para empreendimentos licenciados anteriormente a sua entrada em vigor, as normas pertinentes à nova classificação incidirão quando da renovação das licenças.

Conforme estudos ambientais da atividade, como o Relatório de Controle Ambiental (RCA) e Plano de Controle Ambiental (PCA), elaborado pela empresa Agrovale em 2017, a madeira é adquirida de florestas que obtiveram o Requerimento de Corte e Colheita de Florestas Plantadas - RCC pelo órgão responsável (Instituto Estadual de Florestas - IEF).

A usina funciona em um turno com jornada de trabalho de quarenta horas semanais, sendo oito horas por dia, de segunda a sexta-feira.

A infraestrutura da usina é composta basicamente pela: autoclave, reservatório e local de armazenamento do produto químico. A figura 3 mostra a UPM do estudo:



**Figura 3** - Usina de Preservação de Madeira – UPM, Capelinha - MG.

#### **4.2 Impactos ambientais e medidas mitigadoras da usina de preservação de madeira – UPM**

Conforme informações obtidas por meio do documento Parecer Único, vinculado a licença ambiental da empresa, a implantação do empreendimento contribui para o desenvolvimento da indústria de beneficiamento da madeira que vem se destacando expressivamente na região do Alto Jequitinhonha, mais precisamente nos municípios de Itamarandiba e Capelinha, se apresentando de maneira particular em termos de características propícias para a produção da matéria-prima ideal para o beneficiamento químico. Portanto, a UPM contribui para o município com a geração de impostos e de emprego, dentre outros benefícios.

Ao analisar os documentos RCA e PCA, observou-se que ao longo da operação do empreendimento, tanto o solo quanto as águas superficiais ou subterrâneas podem ser impactados pelo carreamento de solos, pela disposição inadequada de resíduos sólidos e pelo lançamento indevido de efluentes líquidos. A utilização incorreta de produtos químicos, como o preservativo da madeira, também pode trazer impactos negativos ao meio ambiente e à saúde das pessoas, assim como as emissões sonoras e atmosféricas resultantes da operação/movimentação de máquinas e veículos na área do empreendimento.

Seguem descritos a seguir os impactos identificados, bem como as respectivas medidas mitigadoras observadas *in loco*.

#### **4.2.1 Resíduos sólidos**

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos – PNRS, conforme descreve a Lei nº 12.305/2010, são considerados resíduos sólidos todo material, substância, objeto ou bem descartado nos estados sólido, semissólido ou líquido, bem como gases contidos em recipientes cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível.

O aumento na produção de resíduos sólidos, tanto em quantidade como em diversidade são decorrência direta do desenvolvimento econômico, crescimento populacional e da revolução tecnológica, acompanhados por alterações no estilo de vida e nos modos de produção e consumo da população. Além do acréscimo na quantidade, os resíduos produzidos atualmente passaram a abrigar em sua composição elementos sintéticos e perigosos aos ecossistemas e à saúde humana, em virtude das novas tecnologias incorporadas ao cotidiano (GOUVEIA, 2012).

##### **a) Resíduos sólidos não-perigosos**

Durante a operação do empreendimento, os resíduos sólidos não-perigosos são gerados principalmente nas áreas administrativa e social da usina. São aqueles de características “domésticas”, como papel, plástico, vidro, metal e restos de alimentos. Foi observado implantação de sistemas de coleta seletiva dos resíduos comuns em locais estratégicos, como refeitório, sanitários e escritório (figura 4). A Lei nº 12.305/2010 define a coleta seletiva como coleta de resíduos sólidos previamente segregados conforme sua constituição ou composição.

Esses resíduos, conforme informações dos funcionários são coletados e destinados de forma adequada. Sendo o município o responsável pela coleta e destinação final.



**Figura 4** - Sistema de coleta seletiva. Fonte: A autora.

Quanto aos resíduos sólidos provenientes da preparação da madeira para o tratamento químico, como descarte de fustes, galhos, cascas e pontas, não são gerados nas dependências da usina, pois esse processo é realizado nas áreas de colheita do eucalipto, e servem de matéria orgânica ou se tratando de rendimento lenhoso, o subproduto (pontas das árvores), é destinado para a produção de carvão vegetal, em alguns casos.

#### b) Resíduos sólidos perigosos

A Norma Técnica brasileira - NBR 10.004 (ABNT, 2004) classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, em duas classes distintas: classe I (perigosos), classe II (não perigosos). A classe II é subdividida em classe II A (não inertes) e classe II B (inertes). A classe I define resíduos perigosos como aqueles que apresentam riscos à saúde pública e ao meio ambiente, exigindo tratamento e disposição especiais em função de suas características de inflamabilidade, corrosividade, reatividade, toxicidade e patogenicidade.

A constituição dos resíduos é um assunto que merece destaque e atenção dos utilizadores de recursos naturais e torna desafio para a política pública. De acordo com Ferrarini (2012), a associação de sais presentes no CCA é uma excelente alternativa para aumentar a durabilidade da madeira, do ponto de vista comercial. Entretanto, no que diz respeito ao meio ambiente e à saúde pública seu uso é polêmico, devido ao alto índice de toxicidade apresentada pelos seus componentes e, por isso, em vários países, há restrições quanto à sua utilização. Essas restrições possuem como base a perda dos componentes do CCA ao longo do tempo por

lixiviação ou volatilização, acarretando riscos de contaminação ao ser humano e ao meio ambiente. Outro desafio ainda maior, atualmente, é a disposição final dos resíduos gerados após a vida útil, por serem considerados perigosos.

Conforme informações técnicas do produto químico Madepil AC 40, o preservante é de alto risco ao meio ambiente, altamente móvel, apresentando alto potencial de deslocamento no solo, podendo atingir principalmente águas subterrâneas. É também altamente persistente no meio ambiente, bioacumulável em peixes, altamente tóxico para microorganismos do solo, aquáticos e quando ingerido por mamíferos. A destinação inadequada de embalagens ou restos de produtos ocasiona contaminação do solo, da água e do ar, prejudicando a fauna, a flora e a saúde das pessoas.

Por meio da atividade desenvolvida no empreendimento, foram identificados como resíduos sólidos, as embalagens do produto químico CCA (produto preservante), resíduos originados pela limpeza da UPM (lama contaminada, etc.) e Equipamentos de Proteção Individual (EPI) contaminado.

Conforme o Parecer Único, as embalagens dos produtos utilizados para o tratamento de madeira são consideradas como resíduos sólidos perigosos devido à toxicidade e reatividade dos produtos com o meio ambiente. As embalagens vazias são armazenadas no depósito de resíduos perigosos até serem recolhidas pela empresa responsável.

Os resíduos provenientes das limpezas da autoclave, das canaletas de drenagem e do tanque de contenção ou fosso (do galpão da unidade de produção), são recolhidos em tambores específicos para esse tipo de resíduo e identificados, alertando aos funcionários e visitantes sobre o perigo que o resíduo oferece. Quanto à disposição final, o empreendimento recebe serviço prestado por empresa especializada contratada exclusivamente para a coleta do resíduo perigoso.

Em consulta ao Parecer único da licença ambiental do empreendimento, a que se refere aos resíduos, foi observado como referência sobre normas e legislação, apenas a NBR 10.004/04 que classifica os resíduos sólidos quanto aos seus potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente e Resoluções CONAMA Nº 307/2002 e 348/2004 que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Dessa forma, percebe-se que não há uma legislação específica que trata das obrigações legais quanto aos geradores de resíduos sólidos perigosos, bem como a forma correta de destinação ou disposição final para a atividade de tratamento químico da madeira.

Segundo Hoerlle (2015), sobre os resíduos 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. Porém, no Brasil, tanto o uso quanto o descarte da madeira tratada com CCA não apresentam a devida importância, pois de acordo com o Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), na resolução 307/2002, não há distinção entre madeira natural e madeira tratada para a gestão dos resíduos da construção civil.

Porém, é condicionante por meio da concessão da Licença Ambiental de Operação Corretiva – LOC, o monitoramento de resíduos sólidos, além disso, a empresa deve elaborar relatório anual e apresentar na SUPRAM Jequitinhonha, sede em Diamantina – MG. Durante a pesquisa foi verificado que os relatórios conforme especificado no parecer, não foram elaborados e entregue a Supram Jequitinhonha.

Lepage (2014), orienta que resíduos de madeira tratada não deve ser reutilizado na fabricação de produtos destinados à queima e não devem ser descartados inadequadamente, o procedimento correto à disposição final desse resíduo, deve ser aterros industriais legalizados, classe I – perigoso.

Apesar do uso intensivo de madeira tratada com CCA no Brasil, não existem estudos sobre a classificação dos resíduos gerados no final da vida útil dessas estruturas (FERRARINI *et al.*, 2012). Diante da situação, pode perceber que toda madeira preservada tem um ciclo de vida que, uma vez cumprido, deixa as alternativas: reutilização ou disposição final, no caso como resíduo perigoso.

#### **4.2.2 Efluentes líquidos**

O lançamento de efluentes diretamente nos rios sem o adequado tratamento é um dos grandes problemas ambientais que merecem ser solucionados, por mais que existem técnicas de tratamento as mesmas necessitam serem eficientes para garantir a saúde das pessoas e evitar a contaminação do solo e água.

Segundo Monteiro Junior e Rendeiro Neto (2011), o desenvolvimento de sistemas de tratamento de esgotos de maneira simples, econômica, de fácil operação e manutenção devem dispensar equipamentos sofisticados, para que ocorra a melhoria das condições de saneamento no Brasil. O sistema de tratamento de efluentes objetiva adequar um determinado resíduo líquido a legislação vigente, para que esse resíduo produza o mínimo impacto possível no corpo receptor, seja o efluente doméstico, industrial ou pluvial.

#### a) Efluentes líquidos sanitários

Os efluentes líquidos sanitários são provenientes dos dejetos sanitários, gerado pelo quadro de funcionários da usina. Para evitar contaminação por parte dos efluentes, o empreendedor instalou um sistema de tratamento constituído por fossa séptica, porém, não houve a implantação do filtro anaeróbico. Esse sistema é muito utilizado para solucionar individualmente o destino de esgoto sanitário (ou tratamento localizado de esgoto), sendo composto pelo tanque séptico e filtro anaeróbio. Conforme Ávila (2005), este sistema é largamente utilizado em meios rurais e em comunidades de pequeno porte.

Ávila (2005), afirma que o tanque séptico foi a primeira unidade idealizada para tratamento de esgotos e até hoje é a mais empregada em todos os países. Isso se deve principalmente à simplicidade e aos baixos custos de construção e operação. É a solução individualizada de tratamento de esgotos, utilizada por comunidades que geram pequenas vazões e empregada em áreas desprovidas de sistema público de esgoto sanitário.

Ávila (2005), ainda informa que o sistema formado pelo tanque séptico seguido de filtro anaeróbio é uma prática muito utilizada. O tanque séptico tem por finalidade principal reter os sólidos inorgânicos e orgânicos por sedimentação. Os tanques sépticos são reatores biológicos anaeróbios, onde há reações químicas com a interferência de microrganismos, os quais participam ativamente no decréscimo da matéria orgânica. Nesses tanques, o esgoto é tratado na ausência de oxigênio livre, ocorrendo a formação de uma biomassa anaeróbia e formação do biogás, que é composto principalmente de metano e gás carbônico. O mesmo autor diz que, as principais funções são reter os despejos domésticos e/ou industriais por um período determinado, permitir a sedimentação dos sólidos, decomposição da parte orgânica e retenção do material graxo.

É condicionante o monitoramento deste sistema de tratamento, para a verificação de sua eficiência. Porém, conforme a periodicidade para a realização do monitoramento, verifica-se que a mesma encontra-se parcialmente atendida. Podemos atentar que a eficiência do tratamento para o sistema adotado é fundamental para a melhoria da qualidade de vida de todos os envolvidos no empreendimento e para o meio ambiente.

#### b) Efluentes líquidos industriais

Não foi observado a geração desse tipo de efluente, uma vez que, o líquido é constituído basicamente pela mistura de água e preservante, também denominada solução

preservativa. Essa solução é altamente nociva para o meio ambiente, caso não sejam adotadas medidas mitigadoras para se evitar o contato da mesma com o solo e corpos hídricos. Tais efluentes poderão ser originados através do abastecimento do reservatório de solução, abertura da autoclave para colocação e retirada das vagonetas com a madeira para tratamento, área de respingo das peças após o tratamento químico ou ainda derramamentos acidentais do produto.

O processo de tratamento para preservação da madeira é realizado em sistema de circuito fechado, não ocorrendo lançamento de efluentes líquidos para fora desse sistema, segundo o PCA. A solução preservativa circula do tanque reservatório à autoclave por meio de tubos metálicos e o excedente da solução, não impregnado na madeira, retorna ao tanque para ser reutilizado nos próximos tratamentos após filtragem e balanceamento de sua concentração.

Rocha *et al.* (2016), diz que a contaminação ambiental é um grande risco que se corre na atividade de tratamento de madeira, mas devido à utilização de um sistema de tratamento totalmente fechado, em que o resíduo gerado, ou seja, o efluente líquido industrial, é reaproveitado, esse risco fica restrito apenas às casualidades, acidentes e catástrofes naturais. O processo de autoclavagem também produz resíduo, pois, apesar de o efluente gerado ser reutilizado no processo, cascas e serragens podem ser encontradas no fundo da autoclave após o tratamento.

Neste sentido, conforme informações levantadas “*in loco*”, há realização de manutenção preventiva em todos os equipamentos, a fim de se evitar deterioração prematura dos mesmos e conseqüentemente ocasionar vazamentos acidentais, por eventual falha das estruturas de contenção e das canalizações de condução da solução preservativa.

E quanto ao resíduo sólido citado pelos autores, as cascas e serragens, são identificados no empreendimento como resíduo sólido perigoso, conforme tópico abordado anteriormente neste trabalho.

#### **4.2.3 Emissão atmosférica**

Conforme RCA há geração de resíduo atmosférico, porém sem emissão, sendo este gerado na primeira etapa do processo produtivo, quando a madeira dentro da autoclave é submetida à alta pressão, nesta fase, por meio da aplicação do vácuo ocorre a retirada do restante de umidade da madeira e do ar, havendo neste momento apenas água no sistema. A emissão atmosférica não ocorre, pois, o mesmo mantém dentro da autoclave durante todo o processo de tratamento. Portanto, não há emissão de efluentes atmosféricos significativos em nenhuma etapa do processo industrial.

O material particulado observado é proveniente da movimentação de máquina carregadeira, para abastecimento da UPM, descarga da madeira *in natura* e carregamento de caminhões com madeira tratada pronta para a comercialização. Esta emissão é reduzida, uma vez que o solo local apresenta cascalho natural, dificultando a produção de poeira e consequentemente reduzindo a emissão de material particulado.

#### **4.2.4 Emissão sonora**

De acordo com o documento, Parecer Único, a emissão sonora mais significativa é aquela inerente ao processo de autoclavagem. A autoclave emite ruídos do tipo contínuo ou intermitente com intensidade sonora entre 54 a 80 decibéis (dB), comum dessas máquinas devido à pressão que são submetidas. Considerando que são realizados três tratamentos por dia, os funcionários estão expostos aos ruídos da autoclave em média de sete a oito horas por dia. Segundo a NR 15 das Leis de Segurança no Trabalho, o limite de tolerância para exposição de oito horas é de 85 dB. Portanto, o ruído previsto para ser emitido pela autoclave está dentro do limite, o que não desobriga o uso de Equipamentos de Proteção Individual (EPI's) pelos trabalhadores e a necessidade de se realizar medições periódicas do nível de pressão sonora.

Equipamento de Proteção Individual (EPI), segundo Cunha (2006) e a Norma Regulamentadora NR-6, refere-se a um equipamento de uso particular, tendo como função de minimizar certos acidentes e também a proteger contra certas doenças que poderiam ser ocasionadas pelo ambiente de trabalho. Godinho (2005), explica que o uso de equipamentos de proteção individual está fortemente relacionado à prevenção de acidentes de trabalho ou à segurança do trabalho. Neste sentido, o objetivo do equipamento não é de evitar o acidente, mas de proteger o usuário das lesões quando da ocorrência de acidentes de trabalho e das doenças ocupacionais.

Chaves (2020), afirma que independentemente do tipo de atividade física, os trabalhadores podem estar submetidos a inúmeros riscos ambientais que podem colocar em risco a saúde e integridade física do trabalhador, como os riscos químicos quando se refere as substâncias que podem ser absorvidas pelo organismo, independentemente se for por contato direto, via respiratória ou ainda ingeridos e riscos físicos que referem-se a peculiaridades físicas do ambiente, como alterações sonoras (infrassom e ultrassom), radiações ionizantes e não ionizantes, pressão anormal, temperatura extrema, ruídos e vibrações.

A geração de ruído na operação do empreendimento limita-se ao ambiente interno do mesmo, não sendo de grande impacto, com os funcionários utilizando os EPI's

recomendados para este tipo de atividade. Outra fonte de emissão sonora é da máquina carregadeira e caminhões que transportam a madeira.

É condicionante a elaboração de laudo de medição de ruídos, em pontos estratégicos do empreendimento, de acordo com os critérios técnicos da ABNT/NBR 10.151 e Legislação Estadual 10.100 de 17/01/90, contemplando a operação dos equipamentos. Verificou-se que o laudo foi elaborado, cumprindo com a condicionante.

#### **4.2.5 Meio biótico**

O empreendimento encontra-se instalado, conseqüentemente não foi observado no local, nos estudos e documentos, impacto direto sobre a vegetação nativa ou de indivíduos arbóreos isolados.

Para a operação da atividade de tratamento e preservação de madeira, não há impacto direto sobre a biota. Uma vez que os resíduos passam por um processo de monitoramento. Portanto, não há impactos direto ou indireto sobre o meio biótico como redução de biodiversidade e redução de habitats ou qualquer tipo de contaminação. Não havendo necessidade de destruição de tocas e ninhos de animais e supressão de espécies nativas.

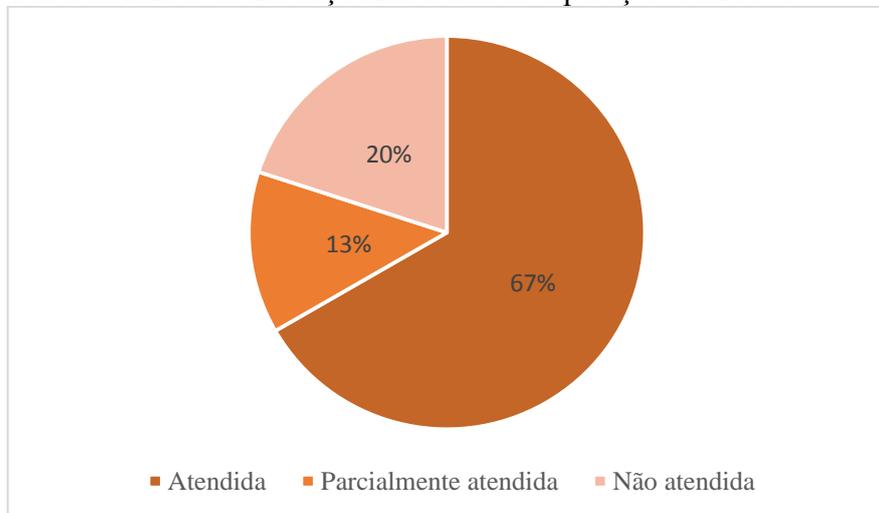
## 5 SITUAÇÃO AMBIENTAL DO EMPREENDIMENTO

A empresa apresenta todas as licenças ambientais exigidas para o seu devido funcionamento. Não houve necessidade de renovação de licença, pois a mesma possui validade de 10 anos, e como foi concedida no ano de 2017, encontra-se em vigência. Possui certidão de outorga, com finalidade de captação para consumo agroindustrial (tratamento químico) e Certidão de Registro de uso insignificante de recursos hídricos (água para consumo humano).

Quanto ao cumprimento das condicionantes, foi observado por meio de documentos e entrevista com empreendedor, que a maioria foi cumprida, porém o empreendimento encontra-se em condições passíveis de autuação pelo atendimento fora de prazo.

Conforme pode-se analisar, na figura 5, a situação da atividade do empreendimento pelo cumprimento ou não de condicionantes.

**Figura 5** - Situação atual da madeireira com o cumprimento das condicionantes da Licença Ambiental de Operação Corretiva.



Fonte: Elaborado pela autora, 2019.

Sendo um total de 15 condicionantes, 10 foram cumpridas (condicionantes número: 2, 5, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13 e 14), 2 foram parcialmente atendidas (1 e 15) e 3 ainda não foram cumpridas (3, 4 e 6), mas que estão sendo providenciadas, conforme informações do empreendedor.

Um questionamento feito por meio do empreendedor é que algumas das condicionantes são de difícil cumprimento, pois precisa de investimento e que a empresa no período e prazo em que foi exigido não tinha condições de atender.

Em visita a UPM, não foi observado nenhum tipo de contaminação de solo e água, vazamento de efluente líquido ou óleo, também não foi constatado disposição inadequada de resíduo sólido perigoso. Porém, quanto ao monitoramento do solo, água e efluentes líquidos

foram realizadas apenas uma vez. Sendo que, o monitoramento deve ser realizado anualmente. Dessa forma, para o ano de 2018, não foi realizada análise de solo, de água e nem de efluentes líquidos. Diante do ocorrido, o empreendimento fica passível de penalidades, conforme Decreto Nº 47.837 de 09/01/2020, em que descreve como infração grave quem descumprir ou cumprir fora do prazo condicionante aprovada nas licenças ambientais, inclusive planos de controle ambiental, de medidas mitigadoras, de monitoramento, ou equivalentes.

Ramos e Luchiari Junior (2020), relata que o monitoramento ambiental é um processo de coleta de dados, estudo e acompanhamento contínuo e sistemático das variáveis ambientais, com o objetivo de identificar e avaliar de forma qualitativa e quantitativamente as condições dos recursos naturais em um determinado momento, assim como as tendências ao longo do tempo. Dessa forma, o monitoramento ambiental fornece informações sobre os fatores que influenciam o estado de conservação, preservação, degradação e recuperação ambiental da região estudada. Também contribuem com as medidas de planejamento, além de auxiliar na definição de políticas ambientais. O monitoramento ambiental permite, ainda, compreender melhor a relação das ações do homem com o meio ambiente, assim como ajuda no planejamento de projetos de recuperação de áreas e sistemas específicos.

De acordo com a Resolução CONAMA Nº 420, de 28 de dezembro de 2009, que dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas e estabelece diretrizes para o gerenciamento ambiental de áreas contaminadas por essas substâncias em decorrência de atividades antrópicas, entende-se em seu artigo 6º, que o Monitoramento é a medição ou verificação, que pode ser contínua ou periódica, para acompanhamento da condição de qualidade de um meio ou das suas características. Segundo a Deliberação Normativa COPAM nº 165, de 11 de Abril de 2011, em seu artigo 3º, Programa de Automonitoramento é o conjunto de medições sistemáticas, periódicas ou contínuas, de parâmetros inerentes às emissões de fonte efetiva ou potencialmente poluidora, bem como de parâmetros inerentes aos componentes ambientais receptores dessas emissões, o ar, água ou solo, conforme diretrizes definidas pelo órgão ambiental quando da concessão de Licença de Operação.

Para a atividade de tratamento químico e preservação de madeira, os produtos utilizados exigem cuidados na preparação, dosagem e controle de vazamentos. As usinas mais modernas têm maior controle de qualidade e redobram os cuidados em relação à proteção do meio ambiente, no entanto, é importante salientar a necessidade de rigoroso controle na integridade e no destino final das embalagens, na destinação final dos resíduos e observância

na deposição de respingos de solução remanescente das peças tratadas, que podem contaminar o solo e os cursos d'água (SILVA, 2006).

Para os resultados dos efluentes líquidos sanitários e da água de poço tubular alguns parâmetros não estavam dentro dos limites estabelecidos pela legislação ambiental vigente. Com relação as análises da água, conforme Parecer Técnico, os resultados devem atender aos parâmetros da Portaria nº 518, de 25 de março de 2004, do Ministério da Saúde, que estabelece o padrão de potabilidade da água para consumo humano. Já para os efluentes líquidos sanitários, o mesmo documento, orienta comparar os resultados com o padrão estabelecido pela Deliberação Normativa Conjunta COPAM/CERH-MG nº 01, de 05 de maio de 2008. Dessa forma, foi observado nos relatórios de monitoramento que o sistema de tratamento de efluente líquido deveria passar por uma limpeza e inclusão de filtro anaeróbico, visando sua eficiência no tratamento.

Para o monitoramento do solo, o mesmo não apresentou nenhum tipo de contaminação pelo produto preservante. O programa de monitoramento é uma condicionante da licença ambiental, e encontra-se parcialmente atendida. O padrão para comparação obedece a Resolução Nº 420, de 28 de dezembro de 2009, que dispõe sobre critérios e valores orientadores de qualidade do solo quanto à presença de substâncias químicas em decorrência de atividades antrópicas.

A empresa em questão não apresenta nenhuma certificação ambiental e também nenhum selo relacionado a questões ambientais. A certificação ambiental está diretamente ligada à formulação de um planejamento ambiental, normalmente baseado em um Sistema de Gestão Ambiental – SGA que, de acordo com Oliveira e Pinheiro (2010), exige a formalização dos procedimentos operacionais, institui o seu monitoramento e incentiva a melhoria contínua, possibilitando a redução da emissão de resíduos e o menor consumo de recursos naturais. Entre todas as certificações presentes no mercado, a ISO 14001 é a principal certificação indicada, já que apresenta diretrizes de um sistema de gestão ambiental rigoroso e de credibilidade nacional e mundial.

O imóvel rural possui Cadastro Ambiental Rural - CAR e apresenta área de Preservação Permanente e Reserva Legal. Parte da área de Reserva Legal faz parte de Projeto Técnico de Reconstituição de Flora – PTRF, o mesmo trata-se de condicionante.

A madeira tratada não apresenta visivelmente risco de contaminação após o período de cura. É importante frisar a importância da cura da madeira após o tratamento, não manusear e transportar até que a madeira apresente totalmente seca.

Uma visão geral do empreendimento é que cuidados são tomados para o bom funcionamento da UPM, porém, o empreendimento deixa de cumprir em alguns pontos quanto ao atendimento as condicionantes listadas na licença ambiental. O mesmo reconhece a importância do meio ambiente em relação a atividade.

Somente reconhecer o quanto importante é a qualidade ambiental não é suficiente para manter um ambiente saudável e resguardar as formas de vida na Terra. Para início de ações, é preciso entender os possíveis problemas envolvidos por uma atitude descontrolada e sem responsabilidade ambiental. E o que visa desenvolver e implementar soluções de correção, recuperação, preservação e conservação dos diversos ambientes, e até mesmo investigar ou reparar um possível impacto ambiental em uma atividade em operação é o monitoramento ambiental, em que trata-se de um conjunto de processos para a coleta de dados de forma contínua e sistemática, com o intuito de acompanhar a evolução das variáveis ambientais, que podem ou não se alterar, positiva ou negativamente, em decorrência de ações do homem em determinado local.

É preciso esclarecer que tanto o monitoramento quanto as medidas de controle ambiental são essenciais para garantir a saúde do planeta em que vivemos. É uma forma de entender os nossos impactos além da sua evolução natural. Neste sentido, uma forma de minimizar a agravante de falta de sensibilização por meio de empreendedores, poderia ser por meio de operações e ações governamentais, não somente em fiscalizar mais em primeira mão a educação e conscientização ambiental de utilizadores de recursos naturais. Outro ponto que merece atenção, são os custos para cumprir determinada condição ambiental, em que observa-se um rigor excessivo da legislação, além de pressões ambientais impostas à indústria de madeira preservada. Isso pode acarretar uma elevação dos custos no valor final do produto, ameaçando a competitividade do setor com produtos alternativos. Uma vez que, determinadas condições na maioria das vezes podem não serem atendidas pelo fato da região ser desprovida de prestadores de serviço para uma situação específica a ser resolvida ligada a ações ambientais da atividade.

Para que o empreendimento evite possíveis visitas de fiscais ambientais por meio de ações do órgão competente, reduzir possibilidade do foco desses agentes e diminuir o risco em sofrer autuações, é necessário está em dia com o cumprimento das condicionantes ambientais. Além disso, atender dentro do prazo estabelecido para cada item descrito na listagem das condições fixadas na licença ambiental.

É possível dizer, ainda, que as obrigações e medidas exigíveis como pressuposto de validade da respectiva licença, em que objetiva conformar e adequar o empreendimento pelas

metas estabelecidas visando a proteção, preservação, conservação e melhoria do meio ambiente deve ser prioridade no planejamento ambiental para a viabilidade econômica da atividade.

Outro aspecto a considerar, é que o produto utilizado exige cuidado na preparação, dosagem e controle de vazamento, sendo importante salientar a necessidade de rigoroso controle na integridade e no destino final das embalagens, na destinação final dos resíduos e observância na deposição de respingos de solução remanescente das peças tratadas, que podem contaminar o solo e os cursos d'água.

Silva (2006), destaca que é conveniente salientar algumas recomendações importantes quanto a madeira preservada, como não usar madeira tratada em nenhuma circunstância onde partículas de madeira possam tornar-se componentes da comida ou ração animal, não queimar a madeira tratada, pois quando queimada, a madeira tratada pode desprender produtos tóxicos na fumaça e nas cinzas, a madeira tratada pode ser utilizada em ambientes internos de residências desde que toda a serragem e fiapos de madeira sejam limpos após o acabamento da peça, ainda deve usar máscaras quando lixar ou serrar as peças de madeira.

Essas recomendações servem como orientação para usinas de preservação de madeira, como forma de alerta e informações a serem transmitidas aos consumidores finais, quanto aos cuidados na aplicação das diferentes finalidades que a madeira tratada possa proporcionar.

## 6 CONCLUSÃO

Para desenvolvimento do estudo foi necessário conhecer as particularidades do processo produtivo da empresa, assim como, obter informações sobre os impactos e condicionantes ambientais para a atividade em questão.

Através deste estudo, conclui-se que a atividade de tratamento químico e preservação da madeira se realizado de maneira correta, é possível obter um produto sustentável à medida que diminui o consumo de madeiras provenientes de florestas nativas, substituindo suas várias formas de utilização, e da própria madeira reflorestada, já que aumenta sua qualidade e durabilidade, além de ter o ciclo de crescimento curto quando comparado com o ciclo das espécies de árvores nativas. Ao mesmo tempo, ela contribui para a geração de emprego, tanto nos reflorestamentos, como no processo de tratamento, além de contribuir para o aumento do mercado consumidor, já que seu custo benefício é maior.

O tratamento é realizado em unidade industrial denominada Usina de Preservação de Madeira – UPM, sendo que, o produto químico utilizado não deixa resíduos na superfície da madeira, não exala odor nem vapor, não sendo tóxico aos seres humanos nem ao meio ambiente, deste que sejam atendidas todas as etapas do processo de tratamento.

Porém, a atividade na UPM pode causar impactos ambientais, os quais são apresentados nos relatório e plano de controle ambiental, a mesma é dotada de condições a serem executadas como forma de controle e medidas mitigadoras para o meio ambiente. No entanto, foi observado que alguns dos monitoramentos e condicionantes ambientais não foram atendidas conforme previsto no Parecer Único vinculado a Licença ambiental do empreendimento.

De modo geral, a indústria de preservação de madeira é considerada consciente sobre os riscos ambientais de seus processos produtivos, considerados mínimos por se tratarem de processos fechados, e além dos aspectos de segurança e saúde dos trabalhadores. Contudo, os envolvidos no funcionamento da usina devem atentar para a eficiência do processo produtivo, considerando a tecnologia aplicada. Ambientalmente, a indústria não apresentou nenhum tipo de problema, apesar de as práticas serem consideradas insuficientes para um planejamento ambiental eficiente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA – AGEITEC. **Árvore do conhecimento: solos tropicais. Latossolos Vermelhos.** Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos\\_tropicais/arvore/CONT000fzyjaywi02wx5ok0q43a0r9rz3uhk.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/solos_tropicais/arvore/CONT000fzyjaywi02wx5ok0q43a0r9rz3uhk.html)>. Acesso em: 25 de out. de 2019.
- AMARAL, L. S. **Penetração e retenção do preservante em Eucalyptus com diferentes diâmetros.** Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia da madeira), Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2012.
- ARANTES, L. S. **Efeito do tratamento preservativo com CCA-C na estabilidade dimensional da madeira de Eucalyptus.** Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia da Madeira, Universidade Federal de Lavras. 54 p. 2016.
- ARAÚJO, H. J. B. D.; MAGALHÃES, W. L. E.; OLIVEIRA, L. C. D. **Durabilidade de madeira de eucalipto citriodora (Corymbia citriodora (Hook.) K.D. Hill & L.A.S. Johnson) tratada com CCA em ambiente amazônico.** Acta Amazônica, Manaus, AM, v. 42, n. 1, p. 49-58, 2012.
- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PRODUTORES DE FLORESTAS PLANTADAS - ABRAF. **Anuário estatístico da ABRAF.** Brasília: ABRAF; 2013. 167 p. Disponível em: <<http://www.abraflor.org.br/estatisticas.asp>>. Acesso em: 04 de nov. de 2019.
- \_\_\_\_\_. **Anuário estatístico ABRAF 2013 ano base 2012 / ABRAF.** Brasília, 2013.
- ASSOCIAÇÃO PARANAENSE DE EMPRESAS DE BASE FLORESTAL – APRE. **Estudo Setorial. APRE.** 2017. Disponível em: <[https://www.apreflorestas.com.br/wp-content/uploads/2018/02/Estudo-Setorial-2018\\_APRE.pdf](https://www.apreflorestas.com.br/wp-content/uploads/2018/02/Estudo-Setorial-2018_APRE.pdf)>. Acesso em: 02 de Out. de 2020.
- BARILLARI, C.T. **Durabilidade da madeira do gênero Pinus tratada com preservantes: avaliação em campo de apodrecimento.** 2002. 68p. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002.
- BROCCO, V. F. **Efeito do tempo de tratamento nas propriedades mecânicas e tratabilidade da madeira de eucalipto.** (Monografia para obtenção do título de Engenheiro Florestal), Departamento de Engenharia Florestal da Universidade Federal do Espírito Santo. 2011.
- BURGER, L.M.; RICHTER, H. G. **Anatomia da madeira.** São Paulo: Nobel, 1991. 154p.
- CAMPOS, C. S. VIANEZ, B. F. MENDONÇA, M. S. **Estudo da variabilidade da retenção do preservativo CCA tipo A na madeira de *Brosimum rubescens* Taub. Moraceae – (paurinha) uma espécie madeireira da região Amazônica.** Revista Árvore, v.27, Novembro, 2003.
- CONSELHO DE INFORMAÇÕES SOBRE BIOTECNOLOGIA (CIB). **Guia do Eucalipto. Oportunidades para um desenvolvimento sustentável.** 2008.
- BRAZOLIN, S. Biodeterioração e preservação de madeira. In: OLIVEIRA J.T.S.; FIEDLER, N.C.; NOGUEIRA, M. **Tecnologias aplicadas ao setor madeireiro.** Visconde do Rio Branco: Suprema, p. 343-366. 2007.
- CAVALCANTE, M. S. **Histórico da preservação de madeiras.** In: LEPAGE, E. S., ed. Manual de preservação de madeiras. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo, 1986.

CHAVES, A. **Riscos Ambientais – Identificação e Prevenção**. 2020. Disponível em: <<http://areasst.com/riscos-ambientais/>>. Acesso em: 24 de nov. de 2020.

CONFEDERAÇÃO NACIONAL DA INDÚSTRIA. **Florestas plantadas**: oportunidades e desafios da indústria de base florestal no caminho da sustentabilidade. Confederação Nacional da Indústria, Indústria Brasileira de Árvores – Brasília: CNI, 2017.

COMPANHIA DE PESQUISA DE RECURSOS MINERAIS – CPRM. Projeto Cadastro de Abastecimento por Águas Subterrâneas, Estados de Minas Gerais e Bahia: **diagnóstico do município de Capelinha**, MG. VIANA, H. S.; SIMÕES, E. J. M.; MEYER, G. L.; SOUZA, J. A. Belo Horizonte: CPRM, 2004.

CUNHA, M. A. P. **Análise do uso de EPI's e EPC's em obras verticais**. Tese (Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho), Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2006.

EMBRAPA FLORESTAS. **Transferência de tecnologia florestal**: cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda. Emiliano Santarosa, Joel Ferreira Penteadó Júnior, Ives Clayton Gomes dos Reis Goulart, editores técnicos, Brasília, DF, 2014, 138 p.

EUFLOSINO, A. E. R. **Análise química da madeira tratada com CCA - C, do carvão vegetal e do licor pirolenhoso**. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Espírito Santo. 2015.

FAGUNDES, H. A. V. **Diagnóstico da produção de madeira serrada e geração de resíduos do processamento de madeira de florestas plantadas no Rio Grande do Sul**. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Civil. Porto Alegre, 2003.

FERREIRA, D. H. A. A. **Crescimento e Produção de Eucalipto na Região do Médio Paraíba do Sul**, RJ. **Floresta e Ambiente**, 2017.

FORNARI, S. M. **Sustentabilidade do uso da madeira tratada: uma análise das dimensões econômica e ambiental**. Trabalho de conclusão submetido ao Curso de Graduação em Economia, Faculdade de Ciências Econômicas, UFRGS. 2011.

FOELKEL, C. E. B. **Eucalipto no Brasil, história de pioneirismo**. Visão Agrícola Nº 4, 2005.

FREITAS, V. P. **Variações na retenção de CCA-A em estacas de pinus após 21 anos de exposição em campo de apodrecimento**. Dissertação de mestrado. Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, São Paulo, 2002.

GODINHO, L. R. **Diagnóstico da importância do uso de EPI's pelos colaboradores da construção civil**. Monografia de Especialização em Engenharia de Segurança do Trabalho da Universidade Federal de Santa Maria, Rio Grande do Sul, 2005.

GOUVEIA, N. **Resíduos sólidos urbanos: impactos socioambientais e perspectiva de manejo sustentável com inclusão social**. Ciência e Saúde Coletiva. Vol. 17. Rio de Janeiro. 2012. Disponível em: <[https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1413-81232012000600014](https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1413-81232012000600014)> Acesso em: 18 de novembro de 2020.

HOERLLE, C. R.; BREHM, F. A.; MACIEL, E. F. **Reciclagem da madeira tratada com arseniato de cobre cromatado – CCA**. 4º Seminário de Inovação e Tecnologia do IFSul, 2015. Disponível em: <[https://www.researchgate.net/publication/308059348\\_RECICLAGEM\\_DA\\_MADEIRA\\_TRATADA\\_COM\\_ARSENIATO\\_DE\\_COBRE\\_CROMATADO\\_-\\_CCA](https://www.researchgate.net/publication/308059348_RECICLAGEM_DA_MADEIRA_TRATADA_COM_ARSENIATO_DE_COBRE_CROMATADO_-_CCA)> Acesso em: 03 de maio de 2020.

INSTITUTO FEDERAL DE MINAS GERAIS. Rede de Bibliotecas. **Manual de normalização de trabalhos acadêmicos**. Belo Horizonte: IFMG, 2020. Disponível em: <https://www2.ifmg.edu.br/portal/ensino/bibliotecas/manual-de-normalizacao-do-ifmg>. Acesso em: 02 de outubro de 2020.

INDÚSTRIA BRASILEIRA DE ÁRVORES – IBÁ. **Relatório 2017**. Disponível em: <https://iba.org/eng/datafiles/publicacoes/relatorios/iba-relatorio-anual2017.pdf>. Acesso em: 15 de out. de 2019. 77 p. 2017.

INSTITUTO BRASILEIRO DO MEIO AMBIENTE E DOS RECURSOS NATURAIS RENOVÁVEIS - IBAMA. **Produtos preservativos de madeiras**. 2017. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/preservativos-de-madeiras/contato/337-quimicos-e-biologicos/quimicos-e-biologicos/preservativos-de-madeira/989-produtos-preservativos-de-madeiras>. Acesso em: 29 de out. de 2019.

JANKOWSKY, I. P.; BARILLARI, C. T.; FREITAS, V. P. **Preservação: A preservação de madeiras no Brasil**. Revista da Madeira - Edição n° 67. 2002. Disponível em: [http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira\\_materia.php?num=242&subject=Preserva%E7%E3o&title=A%20preserva%E7%E3o%20de%20madeiras%20no%20Brasil](http://www.remade.com.br/br/revistadamadeira_materia.php?num=242&subject=Preserva%E7%E3o&title=A%20preserva%E7%E3o%20de%20madeiras%20no%20Brasil) Acesso em: 09 de out. de 2019.

JANKOWSKY, I. P. **Fundamentos de Preservação de Madeiras**. Documentos Florestais Piracicaba, 1990.

LEÃO, R. M. **A floresta e o homem**. São Paulo: Ed. Da Universidade de São Paulo. Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais, 2000.

LEPAGE, E.S, (coord.) **Manual de preservação de madeiras**. São Paulo, IPT/SICCT, 708p. 1986.

LIMA, L. S. **Os impactos ambientais no entorno da nascente do rio Piranhas em Bonito de Santa Fé-PB**. Monografia Licenciatura em Geografia, Universidade Federal de Campina Grande - UFCG, Campus de Cajazeiras. Cajazeiras – PB, 2015.

LOMBARDI, L. R. **Análise de qualidade de morões de eucalipto tratados comercializados em três municípios do sul do estado do Espírito Santo**. Monografia, Departamento de Engenharia Florestal de Centro de Ciências Agrárias da Universidade do Espírito Santo. Espírito Santo, 2010.

LOPES, L. Q.; SANTOS, S. O. **Tratamento preservativo de madeiras**. Monografia. 2012.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO - MAPA. **Plano Nacional de Desenvolvimento de Florestas Plantadas**. Brasília, 2018.

MIRANDA, R. N. **Direito ambiental**. 2. Edição. São Paulo: Rideel, 2010.

MODES, K. S. *et al.* Combinação de dois métodos não industriais no tratamento preservativo de moirões de *Eucalyptus grandis*. **Ciência Florestal**, v. 21, n. 3, p. 579-589, 2011.

MONTEIRO JUNIOR, A. P.; RENDEIRO NETO, H. F. **Sistema individual de tratamento de esgoto fossa séptica, filtro anaeróbio e sumidouro uma alternativa para o tratamento sanitário em comunidades de baixa renda do município de Belém**. Trabalho de Conclusão do Curso, Centro de Ciências Exatas e Tecnologia da Universidade da Amazônia, 2011.

MORA, A. L.; GARCIA, C. H. **A cultura do eucalipto no Brasil. Sociedade Brasileira de Silvicultura**. São Paulo, 2000.

MORAES, M. A. F. D. **A indústria de madeira preservada no Brasil: um estudo de sua organização industrial**. Dissertação. São Paulo, 1996.

- MORESCHI, J. C. **Preservativos: Métodos de tratamento preservativos**. Revista da Madeira. N° 153, 2018.
- MORESCHI, J. C. Biodegradação e preservação da madeira. Vol. III. **Métodos de Tratamento da Madeira**. Departamento de Engenharia e Tecnologia Florestal da UFPR. 4ª edição: 2013.
- MOUTINHO, V. H. P. **Influência da variabilidade dimensional e da densidade da madeira de *Eucalyptus* sp. e *Corymbia* sp. na qualidade do carvão**. USP. Tese. 2013.
- PINTO, E. C. **A importância do cumprimento de condicionantes da Licença Ambiental**. Disponível em: <<https://www.matanativa.com.br/blog/cumprimento-de-condicionantes-da-licenca-ambiental/#:~:text=As%20condicionantes%20ambientais%20s%C3%A3o%20uma,do%20empreendimento%20e%20Fou%20atividade.>>. 2017. Acesso em: 15 de outubro de 2020.
- PREFEITURA MUNICIPAL DE CAPELINHA. **Dados Gerais**. 2020. Disponível em: <<http://pmcapelinha.mg.gov.br/portal/dados-gerais/>>. Acesso em: 05 de maio de 2020.
- QUINTILHAN, M. T. *et al.* **Deterioração da madeira de *Eucalyptus* e *Corymbia* em ensaio de campo**. *Ciência da Madeira (Brazilian Journal of Wood Science)* 9(2): 82-94, 2018.
- RAMOS, N. P.; LUCHIARI JUNIOR, A. **Monitoramento ambiental**. 2020. Disponível em: <[http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01\\_73\\_711200516719.html](http://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_73_711200516719.html)> Acesso em: 24 de nov. de 2020.
- ROCHA, I. P. *et al.* **Caracterização dos processos industriais de uma empresa de tratamento de madeira**. *Rev. Inst. Flor.*, v. 28 n. 2, p. 205-211, 2016.
- ROCHA, M. P. ***Eucalyptus grandis* Hill ex Maiden e *Eucalyptus dunnii* Maiden como fontes de matéria prima para serrarias**. Tese de doutorado – Univ. Federal do Paraná. Curitiba, 185 p. 2000.
- SANTAROSA, E.; PENTEADO JÚNIOR, J. F.; GOULART, I. C. G. R. **Transferência de tecnologia florestal: cultivo de eucalipto em propriedades rurais: diversificação da produção e renda**. Brasília, DF: Embrapa, 2014.
- SANTINI, E. J. **Biodeterioração e preservação da madeira**. Santa Maria: UFSM/CEPEF/FATEC, 125 p. 1988.
- SILVA, J. C. **Preservação: madeira preservada – Os impactos ambientais**. Departamento de Engenharia Florestal. Universidade Federal de Viçosa - Minas Gerais. **Revista da Madeira**. Ed. N° 100, 2006.
- SISEMA. **Infraestrutura de Dados Espaciais do Sistema Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos**. Belo Horizonte: IDE-Sisema, 2019. Disponível em: [idesisema.meioambiente.mg.gov.br](http://idesisema.meioambiente.mg.gov.br). Acesso em: 06 de Nov. de 2020.
- TEIXEIRA, J. G. **Efeito preservativo de produtos químicos naturais e do tratamento térmico na biodeterioração da madeira de *Pinus caribaea* Morelet**. 20012. 59 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Ambientais e Florestais). Instituto de Florestas, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica – RJ, 2012.
- VALLE, M. L. A. *et al.* **Retenção e penetração de CCA em madeira de primeira e segunda rotação de *Eucalyptus urophylla* s.t. blake**. *Ciência Florestal*, Santa Maria, v. 23, n. 2, p. 481-490, abr.-jun., 2013.
- VIDAL, J. M. *et al.* **Preservação de madeiras no Brasil: histórico, cenário atual e tendências**. *Ciência Florestal*, v. 25, n. 1, p. 257-271, 2015.

VIVIAN, M. A.; SANTINI, E. J.; MODES, K. S.; CARVALHO, D. E.; MORAIS, W. W. C. **Resistência biológica da madeira tratada de duas espécies de Eucalyptus em ensaio de campo.** Pesquisa Florestal Brasileira, Colombo – PR, v. 34, n. 80, p. 425-433, 2014.

VIVIAN, M. A. **Resistência biológica da madeira tratada de Eucalyptus grandis e Eucalyptus cloeziana em ensaios de laboratório e campo.** (Dissertação de mestrado) Universidade Federal de Santa Maria, RS, Brasil 2011.



**INSTITUTO FEDERAL**  
**MINAS GERAIS**  
 Campus São João Evangelista

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
 SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
 INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS  
 CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA

### TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO

Vossa Senhoria está sendo convidada, como voluntária, a participar da pesquisa **Diagnóstico ambiental em usina de preservação de madeira sob pressão**, desenvolvida sob a responsabilidade da pesquisadora Adriana Carvalho Rodrigues.

Esta pesquisa possui como objetivo realizar o levantamento e diagnóstico ambiental da atividade de tratamento químico e preservação de madeira em uma Usina de Preservação de Madeira – UPM sob pressão, localizada no município de Capelinha-MG.

Para alcançar os objetivos da pesquisa, serão adotados os seguintes procedimentos:

Acesso a documentação ambiental do empreendimento Rodrigues Construções e Madeiras LTDA, CNPJ: 11.832.838/0001-68, sede em Capelinha-MG, visitas e acompanhamento da atividade de tratamento químico da madeira, perguntas direcionadas ao responsável legal e funcionários para esclarecer prováveis dúvidas sobre a situação ambiental, verificação e análise quanto aos procedimentos, monitoramentos e medidas de controle ambiental desenvolvidos pela empresa.

A participação na pesquisa é voluntária e não implicará em nenhum custo ou vantagem financeira. O convidado possui total liberdade para aceitar ou recusar a participação na pesquisa, bem como retirar seu consentimento ou interromper sua participação, caso julgue conveniente, sem nenhum prejuízo advindo de sua decisão. O participante será esclarecido sobre os aspectos fundamentais da pesquisa e pode solicitar ao pesquisador, em qualquer momento, esclarecimentos sob outros aspectos que forem de seu interesse. O pesquisador não divulgará, sob nenhuma condição, as informações de identidade dos participantes da pesquisa, a divulgação dos resultados não irá apresentar nenhuma informação que possa levar à identificação dos participantes.

Este estudo não apresenta nenhum risco significativo aos participantes, considerando-se apenas os riscos mínimos, aqueles existentes naturalmente nas atividades rotineiras. Ainda assim, o pesquisador compromete-se a prestar auxílio humano no caso de quaisquer eventualidades não originária da pesquisa que possa ocorrer durante a sua execução. Os resultados da pesquisa serão disponibilizados aos participantes ao final do estudo sendo divulgado os mesmos. Os dados recolhidos ficarão sobre a guarda do responsável durante o período de um ano e, finalizado este período, serão destruídos.

Coordenação do Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação  
 Avenida Primeiro de Junho, nº 1043, Centro, São João Evangelista – Minas Gerais  
 (33) 3412-2989



**INSTITUTO FEDERAL**  
**MINAS GERAIS**  
 Campus São João Evangelista

MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
 SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
 INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE MINAS GERAIS  
 CAMPUS SÃO JOÃO EVANGELISTA

Este TERMO DE CONSENTIMENTO LIVRE E ESCLARECIDO será lido e comentado junto ao participante da pesquisa e, após a leitura, será assinado em duas vias, sendo uma entregue ao pesquisador responsável e outra entregue o participante voluntário.

Identificação do Projeto de Pesquisa		
Título Diagnóstico ambiental em usina de preservação de madeira sob pressão		
Pesquisador responsável Adriana Carvalho Rodrigues		
Instituição do pesquisador Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia de Minas Gerais – Campus São João Evangelista		
Telefone do pesquisador (33) 9 9803-5808	E-mail do pesquisador adriana.reconsultoria@gmail.com	
Identificação do Voluntário / Empresa		
Nome do voluntário Valdemira Ferreira de Bessia	Idade 36 anos	RG MG13631422 SSP MG
Nome da empresa alvo da pesquisa Rodrigues Construções e Madeiras LTDA	Cidade/UF Cupelinha/MG	CNPJ 11.832.838/0001 68

#### Autorização:

Entendi claramente as informações supracitadas, e após a leitura deste documento e ter tido a oportunidade de conversar com o pesquisador responsável, para esclarecer todas as minhas dúvidas, acredito estar suficientemente informado, ficando claro que minha participação é voluntária e que posso retirar este consentimento a qualquer momento sem penalidades ou perda de qualquer benefício. Estou ciente também dos objetivos da pesquisa, dos procedimentos aos quais serei submetido, dos possíveis danos ou riscos deles provenientes e da garantia de confidencialidade e esclarecimentos sempre que desejar. Pelo objetivo informado, autorizo a publicação dos dados obtidos por meio da pesquisa. Diante do exposto, expresso minha concordância de espontânea vontade em participar deste estudo.

Capelinha-MG, 13 / 05 / 2019

Nome do voluntário: Valdemira R Bessia

Assinatura do voluntário: Bessia

Adriana Carvalho Rodrigues  
 Assinatura da pesquisadora responsável

Coordenação do Curso de Bacharelado em Sistemas de Informação  
 Avenida Primeiro de Junho, n° 1043, Centro, São João Evangelista – Minas Gerais  
 (33) 3412-2989