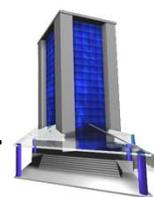




Universidade Federal de Minas Gerais
Escola de Engenharia
Departamento de Engenharia de Materiais e Construção
Curso de Especialização em Construção Civil



**DO ENTULHO RETIRADO DA MALHA FERROVIÁRIA
BRASILEIRA: Reutilização do dormente**

Autor (a): RENATA GARCIA DE SENA
Orientador (a): Danielle Meirelles de Oliveira

Belo Horizonte
Março/2016

RENATA GARCIA DE SENA

**DO ENTULHO RETIRADO DA MALHA FERROVIÁRIA
BRASILEIRA: Reutilização do dormente**

Monografia apresentada ao Curso de Especialização em
Construção Civil, da Escola de Engenharia da
Universidade Federal de Minas.
Ênfase: Gestão e Avaliações nas Construções

Orientador: Prof. Danielle Meireles de Oliveira

Belo Horizonte
Escola de Engenharia UFMG
Março/2016

Agradeço a todos que contribuíram para a realização deste sonho.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus que iluminou meu caminho durante essa caminhada, minha família pelo carinho e amor, meus amigos, minha empresa, minha professora orientadora pelo apoio e dedicação e meus sinceros agradecimentos a todos aqueles que de alguma forma doaram um pouco de si para a conclusão deste trabalho.

RESUMO

Estima-se que a malha ferroviária brasileira tenha cerca de 29.640 quilômetros de extensão, recurso que é pouco utilizado no Brasil, levando em consideração sua extensão territorial. Composta basicamente por trilho e dormente, a malha oferece vários recursos de transporte para minério e grãos, que são os principais responsáveis por movimentar a economia dos trilhos brasileiros. Os trilhos nacionais possuem cerca de 3.793.920 toneladas de madeira em forma de dormentes, que tem suas peças distribuídas em uma média de mil e seiscentas peças a cada quilômetro. Em contrapartida a utilização de concreto protendido e dormentes metálico é cada dia mais comum, visto a política ambientalista atual, que tem como argumento a grande devastação das florestas e o imenso impacto que as mesmas sofrem para a extração do insumo dos dormentes de madeira. Reutilização dos dormentes de madeira, oriundos das ferrovias brasileiras, é um tema cujo potencial está em ascensão tendo em vista as inúmeras finalidades para os mesmos. Apesar de sua vida útil como madeira de estrutura estar comprometida, as aplicações para a madeira retirada são enormes e variam de madeira na construção civil até a construção de caixotes. Além de se evitar um novo desmatamento na extração da matéria prima, destina-se de forma sustentável o entulho gerado nas reformas das vias ferroviárias, solucionando de uma só vez, dois desafios. A pesquisa abordara a importância da sustentabilidade e reutilização dos entulhos na engenharia civil, em específico os dormentes retirados da malha ferroviária brasileira ratificando a importância e abordando aspectos da reutilização da madeira, apontando soluções para essa questão delicada em que se vive nos dias atuais, e apresentando aplicações interessantes para o insumo retirado da malha ferroviária.

Palavras-Chave: Reutilização. Dormente. Ferrovia. Sustentabilidade.

SUMÁRIO

| | |
|--|------|
| LISTA DE FIGURAS | viii |
| LISTA DE TABELAS | ix |
| 1 INTRODUÇÃO | 10 |
| 1.1 Justificativa | 11 |
| 2 OBJETIVO GERAL..... | 12 |
| 2.1 Objetivos Específicos..... | 12 |
| 3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 13 |
| 3.1 Estado da Arte | 13 |
| 3.2 Transporte ferroviário no mundo..... | 15 |
| 3.3 Transporte ferroviário no Brasil..... | 16 |
| 4 DESENVOLVIMENTO..... | 19 |
| 4.1 Cenário contemporâneo das malhas ferroviárias..... | 19 |
| 4.1.1 Cenário nacional..... | 19 |
| 4.1.2 Cenário internacional..... | 21 |
| 4.2 Características do dormente reaproveitável..... | 24 |
| 4.2.1 <i>A vida útil</i> | 24 |
| 4.2.2 Dimensões..... | 24 |
| 4.2.3 Tratamento | 25 |
| 4.3 REAPROVEITAMENTO DO DORMENTE | 26 |
| 4.3.1 <i>Extração</i> | 26 |
| 4.3.2 Transporte | 26 |

| | | |
|-------|--|----|
| 4.3.3 | Comercialização e reutilização | 27 |
| 4.4 | Perspectivas | 27 |
| 4.4.1 | <i>Perspectivas Ambientais</i> | 27 |
| 4.4.2 | <i>Perspectivas sociais</i> | 28 |
| 4.4.3 | <i>Perspectivas econômicas</i> | 28 |
| 4.5 | Aplicações para os produtos finais | 28 |
| 4.5.1 | <i>Escadas externas e internas</i> | 29 |
| 4.5.2 | <i>Pergolados</i> | 30 |
| 4.5.3 | <i>Móveis</i> | 30 |
| 4.5.4 | <i>Deck, paredes e jardins verticais</i> | 32 |
| 5 | RESULTADOS E ANÁLISES | 33 |
| 6 | CONCLUSÕES | 36 |
| 7 | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 37 |

LISTA DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura 1 – Malha ferroviária brasileira | 21 |
| Figura 2 – Meios de transportes por países | 22 |
| Figura 3 – Malha ferroviária EUA | 23 |
| Figura 4 – Comparativo da malha ferroviária norte americana versus brasileira .. | 23 |
| Figura 5 – Tamanho padrão para dormentes | 25 |
| Figura 6 – Degrau de madeira decorativa | 29 |
| Figura 7 – Modelo de escada interna | 29 |
| Figura 8 – A utilização de dormentes em casas de campo | 30 |
| Figura 9 - Aparador feito da reutilização do dormente | 31 |
| Figura 10 - Banco feito da reutilização do dormente | 31 |
| Figura 11 – Utilização de dormentes em paredes | 32 |
| Figura 12 – Utilização de dormentes em deck | 32 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---------------------------------------|----|
| Tabela 1- Levantamento de preço | 34 |
| Tabela 2 - Comparativo de preço..... | 34 |

1 INTRODUÇÃO

O presente trabalho irá discorrer sobre a questão da sustentabilidade na engenharia civil apresentando medidas de reutilização de materiais descartados sustentáveis, buscando minimizar ou mesmo eliminar os entulhos decorrentes da construção civil, enfatizando os como são utilizados e descartados os dormentes da malha ferroviária brasileira. De acordo com Souza (2006):

Estima-se que a cada metro quadrado construído na engenharia civil, são gastos em torno de uma tonelada de material que por sua vez geram resíduos e entulho que, frequentemente são destinados a lugares incorretos, como aterros clandestinos ou até mesmo lotes vagos e lugares públicos, onerando assim o orçamento dos municípios que tem como responsabilidade o bem estar de seus cidadãos, sendo assim forçado a utilizar de recursos da prefeitura para destinar de forma correta os entulhos colocados em lugares ilegais, SOUZA (2006).

Buscar meios e técnicas para contribuir no meio ambiente face os conhecimentos substanciais da engenharia civil, vem em consonância com a construção sustentável, esta tem sido amplamente explorada e utilizada, uma vez que faz uso de equipamentos e de soluções tecnológicas visando o bom aproveitamento, conforto e o uso de recursos finitos, bem como a redução da poluição e a melhoria das condições do ar e climatização no ambiente interno. (SANTOS e SILVEIRA2002).

A malha ferroviária brasileira é um ponto importante de montante de entulho. São quase 30 mil quilômetros, segundo o Departamento Nacional de Trânsito (DENATRAM,2009), de extensão passando por constantes reformas, que tem como prioridade a troca dos dormentes comprometidos. Os dormentes na malha ferroviária brasileira são em sua maioria de madeira, pela facilidade do insumo, baixo custo e pouca preocupação com meio ambiente no começo das construções das ferrovias nacionais.

Porém, a legislação para extração de madeira está cada vez mais severa e observando que a sustentabilidade é a realidade contemporânea, encontrar soluções para reciclar e reutilizar se torna mais importante a cada dia.

A deficiência de insumo de qualidade e o alto custo praticado nos dias atuais são outros aspectos preponderantes que credenciam o tema abordado, a reutilização da madeira proveniente de dormentes. Os dormentes quando reaproveitados da maneira correta podem evitar uma larga devastação da mata brasileira, reduzir o custo para o produtor e principalmente para o consumidor.

A meta é que um banco rústico ou uma cerca de dormentes saia pela metade do investimento inicial, proporcionando assim benefícios para todas as partes envolvidas no processo, que acima de tudo merece o apoio e investimento do governo por estar evitando um sério problema nacional, sendo assim, do interesse de todos o aprimoramento da reciclagem de dormentes retirados da malha ferroviária.

1.1 Justificativa

A eleição do tema se justifica pelo seu relevo e abrangência, haja vista que a sustentabilidade tem que está presente no nosso cotidiano. Tanto a sociedade como as concessionárias de ferrovias devem se ater a questão ambiental. Muitos são os alertas que a natureza nos dar, precisa-se rever os conceitos de consumo e elaborar meios de conter os impactos exacerbados na natureza. Anualmente são substituídos cerca de 1.5000,00 dormentes no Brasil, sendo 97% deste de madeira. Percebe-se a existência de precárias de iniciativas e investimentos em relação a preservação ambiental, uma vez que o país possui muitas florestas e abundancia de matéria prima, segundo SOUZA, 2010.

2 Objetivo Geral

Analisar a eficácia do reaproveitamento dos dormentes retirados da malha ferroviária brasileira, utilizando de comparação e levantamento quantitativo, analisando de forma ambiental e socioeconômica e possibilidade da implementação do processo nas malhas viárias brasileiras.

2.1 Objetivos Específicos

- Analisar a situação da malha ferroviária brasileira;
- Comparar a malha ferroviária brasileira com as dos países desenvolvidos;
- Analisar os processos de extração, transporte e comercialização dos dormentes retirados das malhas brasileiras;
- Levantar valores para as peças de dormente analisadas;
- Comparar preço e situação de peças novas com peças extraídas;
- Observar os produtos finais oriundos dos dormentes extraídos;
- Confeccionar tabelas comparativas entre os dormentes analisados;
- Concluir a viabilidade ou não da implementação do processo de reutilização do dormente de madeira no cenário nacional.

3 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Estado da Arte

A modalidade ecológica em um pretérito recente por volta dos anos de 1960 e com certa discrição, sem alardes, externou -se os questionamentos sobre a deterioração ambiental, culminando com o Relatório de Brundtland (1987) o assunto era conceituado de maneira geral: "preencher as necessidades da sucessão atual, sem alterar a habilidade da filiação futuras de preencher as suas". As indagações acerca do tema e sobre a sua aplicabilidade vem sendo palco de discussões devido a relevância (FRANZ, 2011).

A concepção de um desenvolvimento ecológico e sustentável é colocado em pratica na década de 80 aos temas relacionados aos sistemas que envolvem a Construção Sustentável. As décadas de 60, 70, foram marcadas por fortes impactos nas relações do homem com a natureza, e que soaram como alarmes, chamando a atenção do mundo para a exaustão da matéria prima e fontes de energia, com o comprometimento da vida em sociedade. Em 1968 os especialistas se reúnem no então chamado Clube de Roma e fazem a análise da situação da matéria prima do planeta a delegação da Suécia na ONU chama a atenção de diversas entidades internacionais para a deterioração ambiental. (MEADOWS BEHRENS,1975).

Na engenharia civil não há consenso na conceituação de sustentabilidade, vários são os posicionamentos muitos "autores" a conceituam direcionando a um enfoque subjetivo, concomitante a área que lhe é familiar: Assim o biólogo, o geólogo, o ambientalista e o direcionam a concepção conforme a sua vivência e relação com o ecossistema. Todavia será apresentado os conceitos gerais de sustentabilidade e seu enfoque na Construção Civil. (BARROSO-KRAUSE, 2005).

Os movimentos sociais de conscientização ambiental, a conscientização da população caminha em consonância com a preservação ambiental, o refletiu em parte nas legislações ambientais (FRANZ, 2011).

Em 1992, a declaração do Rio em relação a natureza é o resultado das discussões da Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento, em junho no Rio de Janeiro, a ECO-92, reafirmando a Declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o Meio Ambiente Humano, foi realizada em Estocolmo, em 1972. Houve a elaboração e divulgação da Carta de Princípios sobre o Ambiente Humano - 27 artigos entre os quais está incluída a Educação Ambiental.

As Entidades Ambientais Internacionais pressionaram o Brasil e força a liberação de recursos externos à implantação de uma política que vislumbrasse a conservação ambiental. O documento produzido define vinte e sete princípios, além de mencionar necessidades de progresso e conservação das riquezas naturais resguardando as gerações atuais e futuras, além de recomendar aos Estados a meta de erradicar a pobreza (CAMARGO, 2003), (ESTENDER,2007).

Daí, pesquisas e estudos a nível global, levariam a tópicos relevantes em consonância para se obter um crescimento de obras sustentável nos parâmetros vigentes quanto às questões ambientais. A sustentabilidade vem ganhando grande proporção nos últimos anos em todo o globo, ainda segundo (CAMARGO,2003)

A Conferência foi sinalizada pelo choque entre as perspectivas dos países desenvolvidos e o embate dos países em desenvolvimento. Os países desenvolvidos alarmados com os possíveis resultados da deterioração ambiental sobre os mais diversos ecossistemas, constituído por um programa internacional direcionado para a Conservação dos recursos naturais e genéticos do planeta, propondo ações afirmativas que prevenissem teriam que ser encontradas imediatamente, no intuito de se evitar um grande desastre.

Em contrapartida, os países em desenvolvimento argumentavam que se encontravam assolados pela miséria, com graves problemas de moradia,

saneamento básico, atacados por doenças infecciosas e que necessitavam desenvolver-se economicamente, e rapidamente. Questionavam a legitimidade das recomendações dos países ricos que já haviam atingido o poderio industrial com o uso predatório de recursos naturais e que queriam impor a eles complexas exigências de controle ambiental, que poderiam encarecer e retardar a industrialização dos países em desenvolvimento (BITAR, 2008).

3.2 Transporte ferroviário no mundo

Foi na Revolução Industrial que surgiu essa modalidade de transporte, na Inglaterra. Estrada de ferro se refere ao sistema de transporte sobre trilhos, que compreende a via permanente e outras instalações fixas, também denominada ferrovia ou via férrea. A Europa do princípio do século XIX necessitava de escoar e distribuir as matérias-primas até as novas fábricas e posteriormente enviar das fabricas os produtos prontos. A potência necessária para arrastar os trens foi alcançada colocando uma locomotiva a vapor sobre dois ou mais eixos com as rodas unidas por bielas (DNIT).

Ainda segundo o DNIT Foi em 1825, que surgiu a primeira estrada de ferro pública do mundo foi a linha Stockton-Darlington, no nordeste da Inglaterra. Por volta de 1834, se desenvolveu com rapidez na Grã-Bretanha e na Europa continental a construção de linhas férreas ligando várias cidades.

As ferrovias inglesas foram construídas por empresas privadas, com mínima intervenção do governo. Na Europa continental a construção esteve quase sempre sob o controle de governos nacionais ou estaduais, sendo por vezes totalmente realizada por eles. Os construtores da Europa e da América do Norte adotaram, em geral, a bitola (distância entre os trilhos) de 1.435 m usada por George Stephenson.

A construção de vias férreas se propagou com tal ritmo nos anos de 1840 que ao chegar ao final da década haviam sido construídos 10.715 km de linhas na

Grã-Bretanha, 6.080 km nos estados alemães e 3.174 km na França. Na Espanha, a primeira estrada de ferro foi inaugurada em 1848, Barcelona-Mataró, desde 1914, praticamente toda a rede ferroviária da Europa atual estava pronta, ainda esclarece o DNIT.

3.3 Transporte ferroviário no Brasil

O transporte ferroviário no Brasil começou a ser desenvolvido desde o período das exportações do café, em São Paulo (para que o café exportado fosse escoado no porto de Santos). Assim construção da primeira ferrovia do Brasil "Imperial Caminho de Ferro de Petrópolis", que utilizava bitolas (distancias das faces interiores dos trilhos) no padrão inglês de 1,600m. foi concedida em 1854 a Irineu Evangelista de Souza mais conhecido como Barão de Mauá, informações do ANTF brasileira, (Agencia nacional de transporte ferroviário).

Nas lições de Rodrigues (2004, p.26) "No início da construção das ferrovias elas eram o meio de transporte mais utilizado, tendo um custo muito baixo quando utilizado para grandes cargas em longas distâncias, mas com o surgimento das rodovias elas foram deixadas de lado e entraram em decadência. "

No entanto a abertura ao tráfego regular na primeira seção de 31 km da The Recife and São Francisco Railway Company só ocorreu em 1858 entre Cinco Pontas, no Recife e a vila do Cabo, (Borba, 2007).

Dentre as características deste modelo muitas perduram até os dias de hoje, tais como: Grande variedade de bitolas (distância de separação dos trilhos: 1,68m, 1,60m, 0,76m dentre outros) que dificulta a integração operacional entre as ferrovias; traçado periférico (voltado para um porto de exportação e característico e economias agrário-exportadoras) e excessivamente sinuosos e extensos; e estradas de ferro localizadas no país de maneira dispersa e isolada no intuito de atender a economia regional e sem intenções de integração do mercado interno.

Todavia em 1867 com a criação da São Paulo Railway a primeira estrada de ferro construída no Estado de São Paulo, destinada a ligar o Porto de Santos com o planalto com o fim de escoar a produção cafeeira no oeste paulista.

A empresa tornou-se ineficiente para atender os anseios dos demais cafeicultores, uma vez que a ferrovia atendia apenas parte desses cafeicultores. Assim no ensejo de atender seus interesses, um grupo de fazendeiros de café fundou em 1872 uma nova empresa, a Companhia Paulista de Estradas de Ferro, objetivando a construção da linha entre Jundiaí e Campinas em direção ao interior.

Esta construção obteve a garantia oficial de altos juros, bem como de privilégios de zonas, e garantias de faixas foram estendidas a quem construísse estradas de ferro. Assim posteriormente criou-se o Decreto Lei 2.450 de 24 de setembro de 1873, que criou uma subvenção de 30 contos de réis por quilômetro de via construída, ANPET - Associação Nacional de Pesquisa e Ensino em Transportes.

Ainda segundo a ANPET, a segunda fase da ferrovia o Brasil pode ser entendida como a fase da nacionalização gradual das ferrovias brasileiras, com a criação Rede Ferroviária Federal S.A. (RFFSA) e a criação da Ferrovia Paulista S.A. (FEPASA).

Em relação ao sul do país, as primeiras ferrovias foram construídas nas décadas de 1870 e 1880. No Rio Grande do Sul, foi inaugurada em 1874, a primeira rodovia, estrada que ligava Porto Alegre ao Paraná.

Esse modelo de transporte foi sendo substituído pelo transporte rodoviário, no qual ganhou grande impulsão e investimentos em 1920 no governo de Washington Luís, sendo consolidado nos governos de Getúlio Vargas e Eurico Gaspar Dutra esses investimentos tinham como o objetivo a indústria e como os produtos agrícolas era voltada para a exportação.

O presidente Juscelino Kubitschek (1956-1961), que concebeu e construiu a capital Brasília, foi outro incentivador de rodovias. Kubitschek foi responsável pela instalação de grandes fabricantes de automóveis no país (Volkswagen Ford e General Motors chegaram ao Brasil durante seu governo) e um dos pontos utilizados para atraí-los era, evidentemente, o apoio à construção de rodovias.

Essa forma de transporte é o principal sistema logístico do país e conta com uma rede de 1 751 868 quilômetros de estradas e rodovias nacionais (a quarta maior do mundo), por onde passam 56% de todas as cargas movimentadas no território brasileiro. Esse sistema de rodovias é o principal meio de transporte de cargas e passageiros no tráfego do país. A importância desse tipo de transporte se dá desde o início da República, quando os governos começaram a priorizar o transporte rodoviário, em detrimento ao transporte ferroviário e fluvial.

No final da década de 90, até 2008, foram investidos R\$14,8 bilhões destinados, principalmente, à recuperação da linha férrea e do material rodante, que se encontravam em estados deploráveis de manutenção, comprometendo a operação da malha.

No ano 2000, os investimentos iniciaram a ser aplicados para aumento de capacidade e melhoria dos serviços logísticos (Ipea 2010). Um dos fatores foi o aquecimento da economia brasileira, com isso, o setor de transporte está sendo demandado progressivamente. Calcula-se que o crescimento do volume transportado tenha aumentado 10% em 2011 em relação a 2010 passando de 278 bilhões de toneladas-quilometro-útil (TKU) para 315 bilhões de TKU (CNT, 2011). Se comparado a 1997, começo das concessões, o crescimento foi de 130%.

O Plano CNT de Transporte e Logística 2011 identifica e aponta para a necessidade de R\$151,3 bilhões no transporte ferroviário para que seu desenvolvimento acompanhe a demanda. Uma vez demonstrada a capacidade potencial do setor, o plano atual de investimento das concessionárias está direcionado para a ampliação da malha, vislumbrando não se limitar atender a demanda, bem como eliminar os gargalos operacionais (SCHIMIDT, 2010)

4 DESENVOLVIMENTO

O dormente é um dos elementos mais relevantes da superestrutura, o processo de extração deste material pode ser desenvolvido de duas formas, a extração manual que causa menor ou nenhum dano a peça, como também através de maquinário pesado, apesar desse processo ser desenvolvido em larga escala, com a utilização de retroescavadeira, pode causar grandes danos à peça, ANTT (2010).

O transporte até as empresas de madeira de demolição é feito através de caminhões e carretas. Nesta etapa do processo, os gastos se assemelham com a retirada da matéria na natureza, mas com o benefício de as peças já estarem em tamanhos menores, por já terem sido aplainadas e muitas vezes tratadas. Uma vez, que o material se encontram nas marcenarias e grandes galpões de madeira de demolição, estes são separados por qualidade e por vezes tratados para o comércio que visa o consumidor intermediário e às vezes até o consumidor final, segundo pesquisa de campo com extratores de dormente, (SOUZA, 2010).

4.1 Cenário contemporâneo das malhas ferroviárias

É importante observar a análise das malhas ferroviárias ao redor do mundo para que se possa analisar o mercado futuramente, e compreender alguns aspectos característicos da malha ferroviária nacional, tópico principal em discussão no presente trabalho.

4.1.1 Cenário nacional

Desde o começo, a malha ferroviária nacional de transporte não alcançou a representatividade obtida em outros países de grande extensão territorial. Observa-se uma distribuição razoavelmente equânime, seguindo instintivamente as áreas com maior produção de minério e grãos, que são os produtos que mais influenciam o transporte comercial ferroviário brasileiro, segundo Castro, 2010.

As concessionárias ferroviárias brasileiras não atendem o transporte de passageiros, uma vez que a maior parte, não foi privatizado, permanecendo sob a tutela do governo federal. Corolário a esses fatos, especialistas apontam vantagens e desvantagens provenientes desse modal, como a observância da distância e a densidade do tráfego, que são fatores determinantes para a viabilização da ferrovia. Em suas lições Rodrigues (2004 p.58) afirma que:

O parâmetro internacional usual é destinar a ferrovia lotes de mercadoria cuja distância de transporte exceder a 500 Km. Portanto, pode-se afirmar que esse é o modal por excelência para grandes volumes de cargas. Outro ponto a ser considerado é que, na maioria das vezes, o tempo de viagem é irregular, em decorrência das demoras para a formação da composição, paradas no percurso, transferências de bitolas, congestionamentos de linhas, etc. a conjugação desses fatores aliada a uma visão imediatista, determinou o desmonte de inúmeros trechos e a sucatação de outros para a construção de rodovias ao longo de seus leitos. (RODRIGUES, 2004).

Ainda segundo Rodrigues, 2004 com a privatização das ferrovias iniciada no governo de Fernando Collor de Mello e depois de Itamar Franco, na década de 90, a maioria das concessões ferroviárias brasileiras ficou sob controle de quatro grupos: I- CVRD II- Companhia Vale do Rio Doce, III- Brasil Ferrovias, IV-MRS Logística e ALL – América Latina.

Após a privatização o transporte ferroviário alcançou uma nova fase, no qual as melhorias foram efetuadas na malha ferroviária. Entre 1998 e 2004 o volume de cargas aumentou 44,2%, em resolução da CNT.

Apesar de o mundo estar a atravessar uma revolução técnica, científica e informacional, o transporte ferroviário continua a ser de grande valia no sistema de transportes. Para além de ser capaz de transportar uma quantidade muito grande de carga de uma só vez, o custo por tonelada transportada é muito baixo. Ainda assim, o custo para construção e conservação das vias-férreas é bastante elevado.

Através da Figura 1 é possível observar que alguns estados tem uma malha ferroviária praticamente inexistente e alguns outros chegam a conter menos de um

metro. É notório a baixa quilometragem em relação a extensão do território brasileiro, SCHROEDER (2010).



Figura 1 – Malha ferroviária brasileira

Fonte: ANTT (2014)

4.1.2 Cenário internacional

A malha ferroviária internacional apresenta uma distribuição mais uniforme quando comparada a nacional. Em países como a França e Alemanha possuem uma quilometragem superior à brasileira, e usam de forma lógica e econômica essa forma de transporte, corroborando neste sentido com o setor econômico de seus respectivos países.

Todavia observa-se que a participação do transporte ferroviário de cargas no Brasil tem sido limitada ao segmento de curtas distâncias, no entanto, as vantagens dos custos e serviços ferroviários não são significativas, segundo estudos de (SCHROEDER, 2010).

A Figura 2 ilustra o comparativo das malhas estrangeiras em relação a nacional.



Figura 2 – Meios de transportes por países

Fonte: Instituto ILOS (2009)

Neste sentido pode-se verificar que esses comparativos demonstram o pouco investimento em vias brasileiras, todos os sistemas possuem defasagem em relação a países com extensão territorial similar, entretanto, com certo desenvolvimento. Ao se analisar a malha norte americana é possível notar a distribuição equânime que favorece a logística e o gerenciamento das ferrovias. A disposição da malha ferroviária Norte Americana, figura 3, ainda segundo a ANTT brasileira.



Figura 3 – Malha ferroviária EUA

Fonte: Projeto Log (2011)

Comparando os mapas ferroviários lado a lado fica evidente a discrepância entre as duas situações, assim como na figura 4.



Figura 4 – Comparativo da malha ferroviária norte americana versus brasileira

Fonte: Dr. Alcides – Sulista Digita (2013)

Entretanto mesmo com essa baixa em relação ao cenário internacional, a malha existente no Brasil oferece uma grande quantidade de dormentes que necessitam ser trocados e que posteriormente poderão ser utilizados como matéria prima para novos outros produtos (SCHROEDER, 2010).

Antes um prévio conhecimento técnico sobre o dormente e suas características, apesar de suas singularidades variarem de insumo para insumo.

Para isso é preciso analisar os tipos e características dos dormentes mais utilizados na malha ferroviária brasileira.

4.2 Características do dormente reaproveitável

4.2.1 A vida útil

A vida útil de um dormente de madeira varia em função da essência utilizada e da parte do tronco (alburno ou cerne), inevitavelmente. A avaliação de duração dos dormentes brasileiros e de intempéries singulares dura em torno dos 9 anos (madeiras de boa qualidade), média aritmética aferida com diversas fontes informais e formais quando muito longa, em função do clima tropical, gerando assim cerca de 421.550 toneladas de madeira retiradas dos trilhos anualmente, (DNIT - ISF, 2013)

Com a falta de madeira de boa qualidade, tornou-se inviável manter preços competitivos de mercado, neste sentido utiliza-se outras madeiras sem o tratamento devido, assim a vida útil destes dormentes é inferior a cinco anos. O que estimula o desmatamento progressivo e predatório. Em contrapartida as desvantagens também são substanciais, o dormente pode ser reciclado, embora ocorra um alto risco de contaminação, tanto para o homem como para o meio ambiente. Os dormentes quando molhados pode comprometer ou mesmo interromper o tráfego dos trens. Outra desvantagem é a contaminação do lençol freático e da atmosfera, segundo Pinto, 2012.

4.2.2 Dimensões

As dimensões aplicáveis a dormentes são basicamente três, e o que altera é apenas o comprimento de cada peça. As alterações se dão para diferentes finalidades de cada trilho, podendo variar conforme a figura 5.

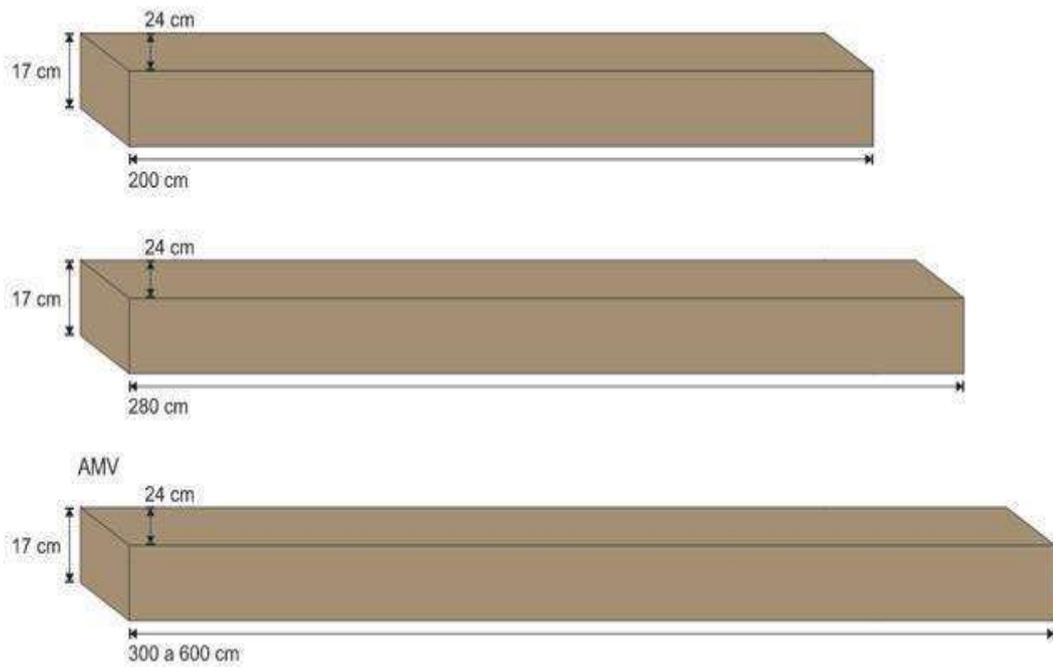


Figura 5 – Tamanho padrão para dormentes

Fonte: Estância dos dormentes (2006)

4.2.3 Tratamento

Estes tipos de tratamentos são aplicados após retirada dos dormentes da ferrovia para reutilização. Os tratamentos aplicáveis aos dormentes são:

- Lixa;
- Verniz;
- Anti cupim;
- Cera de polir;
- Patina;
- Selador.

São os mais tradicionais podendo vir a adquirir ainda tinta, textura ou pátina, dependendo da aplicabilidade e função que irá tomar. As madeiras geralmente utilizadas são madeiras de boa resistência e de fácil extração são as principais: Pinos, eucalipto e sucupira, segundo a NBR-7190.

4.3 Reaproveitamento do dormente

O dormente deve ser observado como fonte de materiais de grande utilidade para a construção civil, decoração de ambientes e móveis. Seu reaproveitamento constitui um passo importante para preservação do meio ambiente. Os produtos e estruturas produzidas pelos dormentes retirados nas malhas ferroviárias são de extrema beleza, durabilidade e funcionalidade, com um preço competitivo e acessível, ou seja, finalidades inúmeras.

Apesar de a vida útil de um móvel de madeira virgem (retirada da mata) ter uma perspectiva de maior durabilidade, o aspecto rústico das madeiras de demolição e em especial dos dormentes são um diferencial imensurável em relação às madeiras recém extraídas da mata (SOUZA, 2010)

4.3.1 Extração

A extração é realizada por profissionais capacitados e maquinário adequado, é importante a presença de profissionais de segurança para evitar acidentes e para qualquer tipo de incidentes. Quando feito manualmente a extração exige um maior tempo, mas as peças retiradas através desse método são menos danificadas com relação extraídas através de retroescavadeiras e maquinário pesado, o que acaba influenciando no preço final do produto-insumo, segundo Marques, 2008.

4.3.2 Transporte

As malhas brasileiras são espalhadas ao longo de seu território, o que dificulta o deslocamento do material retirado, tendo em vista que os trilhos estão impedidos para reforma. O transporte através dos vagões das locomotivas

trafegantes nas próprias malhas não é uma opção. Portanto é necessário a utilização de transporte através de caminhões, o que agrega um custo alto ao processo. Preço alto de combustível, situação contemporânea nacional oneram todo o tipo de transporte a base de combustão, segundo Pinto 2012.

4.3.3 Comercialização e reutilização

Após a chegada do material em locais apropriados esses podem ser ou não tratados. Em seguida, existem duas formas de se destinar o produto.

A primeira opção é negociar as peças para terceiros que irão trabalhar e transformá-las em produtos finais. Artesãos e marceneiros são os principais consumidores. Outra opção é acrescentar ao processo a etapa de trabalhar o produto e vender ao consumidor final. Nesse caso a gestão dos funcionários é um problema intercorrente ao processo. Entretanto, os lucros podem ser maximizados utilizando essa metodologia, (Pinto 2012, Souza 2010, Marques 2008).

4.4 Perspectivas

Os resultados são notórios em vários âmbitos analisados. Serão abordados alguns tópicos na revisão e confrontados mais adiante.

4.4.1 Perspectivas Ambientais

Os resultados produzidos pelo reaproveitamento em geral têm como foco os benefícios ambientais. Os mesmos no caso abordado são incontestáveis, pois reduzem o desmatamento, o que desacelera o efeito estufa, problema mundial de muita preocupação a todos. Ainda se destina de forma correta o entulho, que por vezes poderia ser deixado em locais inapropriados. Portanto, a reutilização dos dormentes oriundos das malhas ferroviárias é um excepcional instrumento contra a degradação do meio ambiente, e quando aplicada de forma correta, gera uma melhor qualidade de vida para a sociedade envolvida, segundo Soares 2007.

4.4.2 Perspectivas sociais

No âmbito social, a reutilização gera empregos em todas as suas etapas, e os produtos deste meio podem ser aplicados de forma a atender pessoas de baixa renda, quando em programas estatais de construção de moradia. O destino correto de entulhos e rejeitos da construção civil em sua amplitude já é um benefício para a sociedade que pode usufruir de uma melhor qualidade de vida, convivendo menos com a poluição que já assombra a vida de várias famílias brasileiras, espalhadas por todo o território nacional, segundo Soares 2007.

4.4.3 Perspectivas econômicas

Econômica e ambientalmente, a reutilização tem seus pontos altos. Financeiramente é extremamente interessante a alternativa de reaproveitamento dos dormentes de madeira. Economizando na extração de insumos de qualidade e otimizando os processos é possível ter uma rentabilidade considerável. Fator como a diversidade de aplicação do dormente deve ser levado em consideração, pela amplitude de mercado, que sugere uma enorme busca pelos produtos, construídos através dos dormentes, segundo soares 2007.

4.5 Aplicações para os produtos finais

Analisando os dados dos elementos fabricados após a retirada dos dormentes nos trilhos ferroviários, tem-se a vastidão de utilidades para os derivados do dormente, com um insumo de qualidade, apesar de sua vida útil como estrutura já estar comprometida, (MMA, 2007).

Para exemplificar melhor as variedades de produtos que podem ser confeccionados através da reutilização do dormente, serão abordadas algumas das aplicabilidades desse material retirado da malha ferroviária brasileira. Seus destinos são por vezes de decoração, estrutura de baixa carga de trabalho ou até mesmo como matéria “prima” de novos móveis ou escora de obra, segundo a revista arquitetura e projeto, 2010.

4.5.1 Escadas externas e internas

Os dormentes em sua maioria são utilizados como degraus e até mesmo espelhos de escadas, podendo ser convencionais ou rústicas, internas ou externas e ainda como degrau decorativo ou degrau de estrutura, como mostrado nas ilustrações abaixo, representadas pelas figuras 6 e 7.



Figura 6 – Degrau de madeira decorativa

Fonte: Revista casa e jardim (2009)



Figura 7 – Modelo de escada interna

Fonte: Revista casa e jardim (2010)

4.5.2 Pergolados

Outra aplicação muito comum dos dormentes reaproveitados são os pergolados, muito utilizados em casa de campo e locais próximos à piscina, churrasqueira ou lagos. A figura 8 apresenta a utilização de dormentes em casas de campo.



Figura 8 – A utilização de dormentes em casas de campo

Fonte: (FLORA DO CAMPO, 2011)

4.5.3 Móveis

Móveis feitos de dormente têm uma durabilidade grande, mas, apesar de ser o reaproveitamento de dormentes mais conhecido, ainda não é o mais utilizado. As peças tomam características próprias e insubstituíveis, com o ar rústico são indispensáveis em fazendas e casas de campo. As figuras 9 e 10 mostram a utilização de dormentes em móveis como aparadores e bancos.



Figura 9 - Aparador feito da reutilização do dormente

Fonte: Revista "Arquitetura e projeto" (2010)



Figura 10 - Banco feito da reutilização do dormente

Fonte: Revista Arquitetura e projeto (2010)

4.5.4 Deck, paredes e jardins verticais

Outros exemplos de aplicações para dormentes reutilizados são em deck, paredes e jardins verticais, como apresentado nas figuras 11 e 12. Esse tipo de aplicação geralmente exige de se obter uma mão de obra qualificada tendo em vista o grau de dificuldade da confecção desses tipos de aplicabilidade.



Figura 11 – Utilização de dormentes em paredes

Fonte: Revista arquitetura e projeto (2010)

Os pisos em madeiras que tem como matéria prima o dormente, por sua vez vem com o aspecto ainda mais rústico, geralmente são utilizados os dormentes que possuem as faces marcadas, os que teoricamente possuem um valor inferior de mercado, ainda segundo a revista.



Figura 12 – Utilização de dormentes em deck

Fonte: Revista Jardinagem (2010)

5 RESULTADOS E ANÁLISES

É possível concluir que a aplicação da reutilização do dormente é rentável, ao comparar o preço de um produto novo com um reutilizado, pois do mesmo será levado em consideração a extração e o transporte do dormente até o local de comercialização, já o dormente novo, será considerado o preço de mercado.

Utilizando uma pesquisa de mercado, e realizando uma média aritmética, os dormentes na região de Minas Gerais quando novos estão sendo comercializados em torno de R\$ 220,00. Um valor alto com relação ao dormente retirado dos trilhos e até mesmo tratado após essa extração. O frete e a mão de obra da estação são estimados entre R\$ 30,00 e R\$ 55,00 respectivamente. Se considerar o tratamento ideal para se ter uma peça com um preço final próximo aos R\$ 105,00. Os dormentes reutilizados hoje são comercializados em torno dos R\$ 150,00 já com o lucro do comerciante.

Exemplo: Com base quantitativa de orçamentos realizados no mercado podemos analisar os valores a seguir. Portanto, o confronto de custo é favorável e mais um fator preponderante para o reaproveitamento dos dormentes de madeira.

A Tabela 1 apresenta os preços por metro linear (ml) ou por peças de alguns tipos e tamanhos de dormentes, tendo como finalidade exemplificar os tipos e aplicabilidades que cada especificação atende e seus respectivos valores.

Tabela 1- Levantamento de preço

Fonte: próprio autor (a)

| Medida | Tipo | Aplicabilidade | Preço médio |
|---------|------------------|------------------------------|-----------------|
| Até 1 m | Reaproveitamento | Bancos, mesas | R\$ 45,00 ml |
| 1,2 m | Reaproveitamento | Escadas e etc | R\$ 52,00 ml |
| 2 m | Reaproveitamento | <i>Deck</i> , estruturas etc | R\$ 90,00 peça |
| 2,8 m | Reaproveitamento | Pergolado, bancos | R\$ 140,00 peça |
| 3,0 m | Reaproveitamento | Escoras e estruturas | R\$ 100,00 ml |

A Tabela 2, apresenta o comparativo de preços entre os dormentes comercializados e os de extração, tornando notório a viabilidade financeira e lucrativa do projeto.

Tabela 2 - Comparativo de preço

Fonte: próprio autor (a)

| Medida (metro) | Reaproveitada (Unidade) | Nova (unidade) |
|----------------|-------------------------|----------------|
| 1 | R\$ 45,00 | R\$ 90,00 |
| 1,2 | R\$ 52,00 | R\$ 95,00 |
| 2 | R\$ 90,00 | R\$ 120,00 |
| 2,8 | R\$ 140,00 | R\$ 260,00 |
| 3 | R\$ 280,00 | R\$ 340,00 |

Percebe-se que a engenharia civil está direcionada e norteadada a favor da sustentabilidade não possui porte nem lugar, ou seja, a pertinência do tema cabe e a necessidade de mudança e a qualquer função, em qualquer cenário.

Dentre as vantagens do dormente de madeira estão: trata de um bom isolante térmico, pode ser reutilizável, fácil instalação e manutenção, sem prejuízo o deslocamento dos trens, e o custo inicial é baixo, são leves, facilitando o transporte e possuem valor residual. Observa-se a necessidade de ampliar a vida útil do dormente de madeira.

Houve uma expansão das ferrovias entre 2008 a 2011 que foi inspirado no crescimento de uma atividade mineradora.

As ferrovias podem ajudar no acesso às novas frentes de ocupação socioeconômica, além de poder incentivar o surgimento de novos centros urbanos, sendo um fator que contribui para o desenvolvimento.

No Brasil, com a privatização das ferrovias e projetos governamentais, poucas medidas práticas foram tomadas para melhorar o sistema ferroviário do país.

6 CONCLUSÕES

O mercado para produtos oriundos dos dormentes retirados das malhas ferroviárias brasileira é grande. Com intempérie e umidade elevada, o Brasil é um país que têm grande rotatividade de seus dormentes, ou seja, tem uma alta rotatividade, é precisa ser substituído por outros novos, o que gera uma grande quantidade de matéria-prima para ser trabalhada e reutilizada de forma correta.

Os benefícios são inerentes ao processo. O que ainda falta é uma maior conscientização de todos e um leve apoio dos órgãos estaduais responsáveis.

Para a prática de reutilização do dormente ser implantada em todos os canteiros de obra, quando acontece a reforma da malha ferroviária, é necessária uma gestão estadual bem-feita e organizada.

Entretanto, são imprescindíveis equipes de qualidade em todos os setores da extração até a produção final. Contingente treinado e equipado para o trabalho acontecer de forma natural, rápida e sem esforço. Equipes munidas com profissionais de segurança para qualquer tipo de intercorrência, logística integrada e gestão de qualidade.

A reutilização dos dormentes mostra-se viável, lucrativa e favorece benefícios sociais, e principalmente ambientais para o maior conforto dessa e das próximas gerações que necessitarão de recursos para a sua sobrevivência. Portanto, é de interesse de todos a reutilização deste material oferecendo retornos financeiros, ambientais e sociais.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 7190**: Projeto de Estruturas de Madeiras. Rio de Janeiro, 1997.

ALVES, Salustiano et al. **Desenvolvimento De Argamassas E Concreto Com Resíduos De Cerâmica Vermelha Moída**. In: IBRACON, **ANAIS V SEMINÁRIO - Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil, Comitê Técnico CT 206**. Meio Ambiente, 2012.

ANDRADE, Artemaria; AGOPYJAN, Vahan et al. **Estimativa da quantidade de entulho produzido em obras de construção de edifícios**. In: IBRACON, **ANAIS IV SEMINÁRIO - Desenvolvimento Sustentável e a Reciclagem na Construção Civil, Comitê Técnico CT 206**. Meio Ambiente, 2011.

ANTT – Agência Nacional de Transportes Terrestres. Disponível em: <<http://www.antt.gov.br>>. Acesso em: 03 jan. 2016.

ARQUITETURA E PROJETO. **Projeto de arquitetura, reciclagem e sustentabilidade: Dormentes e produtos oriundos**. Disponível em: <<http://arquiteturaeprojetox.blogspot.com.br/2014/07/moveis-feitos-com-dormentes.html>>. Acesso em: 21 dez 2015.

BALLARIN, A.W. **Dormentes de madeira: a necessidade de uma revisão normativa**. In: **Congresso Internacional de Material Rodante, Via Permanente e seus Acessórios, 2006**. Anais. CB-06/ABNT, 2006.

BARROSO-KRAUSE, CLÁUDIA e outros. Cadernos M. **Cidades Parcerias Eficiência Energética em Habitações de Interesse Social**. Brasília: Ministério das Cidades, 2005. 115p.

BRAGA, BENEDITO e outros. **Introdução à Engenharia Ambiental**. 2. ed. São Paulo: Pearson Prentice Hall, 2005.pgs 318-330.

CASA E JARDIM. **Dormentes**. Disponível em: <<http://revistacasaejardim.globo.com/revista/common/0,,emi208838-16939,00-sobe+e+desce+verdejante.html>>. Acesso em: 21 dez 2015.

CHAHUD, Eduardo (Org.) **Reciclagem de Resíduos para a Construção Civil**. Belo Horizonte: Universidade FUME/FEA - Faculdade de Engenharia e Arquitetura. 2007. 456p. Construção Civil 2. Resíduos 1.

COMISSÃO DE MEIO AMBIENTE E PARCEIROS DO SINDUSCON-MG. **Alternativas para a Destinação de Resíduos da Construção Civil**. 2.ed. Belo Horizonte. 2008. 84p.

COMISSÃO DE MEIO AMBIENTE E PARCEIROS DO SINDUSCON-MG. **Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil**. SINDUSCON-MG. Belo Horizonte: SENAI-MG. 2008. 72p.

CURSO TÉCNICO BBRASL. **Problemáticas do transporte no Brasil**. Disponível em: <<http://www.cursotecnicobrasil.com.br/2012/08/16/as-problematicas-do-transporte-no-brasil/>>. Acesso em: 21 dez. 2015.

DNIT. **ISF 213: Projeto de superestrutura da via permanente conjunto trilho e dormente**. Disponível em: < <http://www.dnit.gov.br/download/sala-de-imprensa/isf-213-projeto-de-superestrutura-da-via-permanente-trilhos-e-dormentes.pdf> >. Acesso em: 09 de abr. 2016.

NUNES, I. **História das ferrovias. São Paulo 1993**. PESQUISA CNT DE FERROVIAS 2011 – BRASÍLIA 2011. Disponível em: HTTP://WWW.CNT.ORG.BR/PAGINAS/PESQUISAS_DETALHES.ASPX?P=7 Acesso em: 10 de abr. 2016.

MARQUES, Luís Eduardo Menezes Marinho. **O PAPEL DA MADEIRA NA SUSTENTABILIDADE DA CONSTRUÇÃO**. Faculdade de Engenharia de Universidade de Porto, 2008. Disponível em: < <https://repositorio-aberto.up.pt/bitstream/10216/58999/2/Texto%20integral.pdf>>. Acesso em: Acesso em: 09 de abr. 2016.

PEDRUZZI, Pedro. **Mais da metade da malha viária brasileira apresenta problemas, mostra CNT**. Agência Brasil, 2015: Disponível em: <<http://agenciabrasil.ebc.com.br/geral/noticia/2015-11/mais-da-metade-da-malha-viaria-brasileira-apresenta-problemas-mostra-cnt> >. Acesso em

PINTO, Priscilla Meritello. **Curso de Especialização em Transporte Ferroviário de Carga**. Instituto Militar de Engenharia. Rio de Janeiro, 2012. Disponível em: < http://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:http://transportes.ime.eb.br/etfc/monografias/MON054.pdf&gws_rd=cr&ei=Z9M0V-LelIqiwASC_LGQCg >. Acesso em 09 de abr. 2016.

RODRIGUES, P.R. **Introdução aos sistemas de transporte no Brasil e à Logística Internacional**. 3.ed. São Paulo: Aduaneiras, 2004.

SCHROEDER, Élcio Mário; CASTRO, José Carlos de. **Transporte Rodoviário de Carga: Situação Atual e Perspectiva**. Disponível em: <http://www.bndes.gov.br/SiteBNDES/export/sites/default/bndes_pt/Galerias/Arquivos/conhecimento/revista/carga.pdf>. Acesso em: 09 de abr. 2016.

SOARES, Lisiane Cristina Miranda. **Práticas Ambientais e Sociais Sustentáveis no reuso das Embalagens de Madeira pela AGCO do Brasil e pelo Programa Pacto**. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2007. Disponível em: <>. Acesso em 09 de abr. 2016.

SOUZA, Anna Freitas Portela de. **A sustentabilidade no uso da madeira de floresta plantada na construção civil**. Repositório Institucional, 2010. Disponível em: <<https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/93567>>. Acesso em: 09 de abr. 2016.

WIECHETECK, Marcelo. **APROVEITAMENTO DE RESÍDUOS E SUBPRODUTOS FLORESTAIS, ALTERNATIVAS TECNOLÓGICAS E PROPOSTAS DE POLÍTICAS AO USO DE RESÍDUOS FLORESTAIS PARA FINS ENERGÉTICOS**. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/164/_publicacao/164_publicacao10012011033501.pdf>. Acesso em: 09 de abr. 2016.