

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DIRETORIA DE PESQUISA E PÓS GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS – GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO
ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO

LUAN PEREIRA DOS SANTOS

COMPARATIVO DE QUALIDADE, CUSTO-BENEFÍCIO PARA
CONSTRUÇÃO DE UMA LINHA FERROVIÁRIA ENTRE DORMENTES
DE EUCALIPTO E CONCRETO EM RELAÇÃO SUA VIDA ÚTIL

MONOGRAFIA DE ESPECIALIZAÇÃO

PONTA GROSSA - PR

2015

LUAN PEREIRA DOS SANTOS

**COMPARATIVO DE QUALIDADE, CUSTO-BENEFÍCIO PARA
CONSTRUÇÃO DE UMA LINHA FERROVIÁRIA ENTRE DORMENTES
DE EUCALIPTO E CONCRETO EM RELAÇÃO SUA VIDA ÚTIL**

Monografia apresentada como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia de Produção, da Diretoria de Pesquisa e Pós Graduação, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Joseane Pontes

PONTA GROSSA - PR

2015



Ministério da Educação
UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS PONTA GROSSA
Diretoria de Pesquisa e Pós-Graduação
Curso de Especialização em Engenharia de Produção



FOLHA DE APROVAÇÃO

ANÁLISE COMPARATIVA ENTRE MATERIAIS UTILIZADOS NA CONSTRUÇÃO DE UMA LINHA FERROVIÁRIA: ESTUDO DA QUALIDADE, VIDA ÚTIL E CUSTO BENEFÍCIO DE DORMENTES DE CONCRETO E MADEIRA.

por

Luan Pereira dos Santos

Esta monografia foi apresentada no dia 13 de março de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de ESPECIALISTA EM ENGENHARIA DE PRODUÇÃO. O candidato foi argüido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.



Prof. Dr. Flavio Trojan (UTFPR)
Banca



Prof.ª Dr.ª Joseane Pontes (UTFPR)
Orientador

Visto do Coordenador:



Prof. Dr. Luis Mauricio de Resende
Coordenador
UTFPR – Câmpus Ponta Grossa

Dedico este trabalho a toda minha família, que sempre me apoiou nas escolhas corretas de decisões.

AGRADECIMENTOS

Certamente reconheço a Deus o mérito de conclusão desta monografia, ele me proporcionou saúde, sabedoria e motivação em não desistir.

Agradeço a minha família, por quem dedico cada segundo de minha vida.

A minha orientadora pelos conhecimentos e sabedoria com que me instruiu.

Agradeço a empresa Mariani Ecoline Madeira Tratada que me auxiliaram financeiramente com os custos do curso. Aos diretores da empresa pela motivação e conhecimentos passados.

Enfim, a todos os que por algum motivo contribuíram para a realização desta pesquisa.

Só existem dois dias no ano que nada
pode ser feito. Um se chama ontem e o
outro se chama amanhã, portanto hoje é o
dia certo para amar, acreditar, fazer e
principalmente viver
(LAMA, Dalai)

RESUMO

SANTOS, Luan Pereira dos. **Comparativo de qualidade, custo-benefício para construção de uma linha ferroviária entre dormentes de eucalipto e concreto em relação sua vida útil.** 2015. 25 folhas. Monografia (Especialização em Engenharia de Produção) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2015.

O desafio futuro para as ferrovias brasileiras se dá referente ao material que será utilizado como base na linha férrea, o dormente, hoje no Brasil e ainda no mundo, o mais utilizado é a madeira, mas o consumo é maior que o reflorestamento, e a vida útil é pequena. Novos produtos como o concreto estão surgindo para resolver este problema, o custo inicial é maior e a vida útil muito prolongada. Comparativos vistos em tabelas deixam claras as vantagens e desvantagens de cada produto, tornando simplificada uma avaliação de sua utilização de hoje em frente.

Palavras-chave: Dormente. Ferrovia. Custo-Benefício. Qualidade. Logística.

ABSTRACT

SANTOS, Luan Pereira dos. **Comparison of quality, cost effective for construction of a railway line between concrete sleepers and eucalyptus regarding your life.** 2015. 25 sheets. Monograph (Specialization in Production Engineering) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Ponta Grossa, 2015.

The future challenge for Brazilian railroads takes for the material to be used as the basis of the railway line, the sleepers, today in Brazil and even in the world, the most used is wood, but consumption is greater than reforestation, and lifetime is short. New products like concrete are emerging to solve this problem, the initial cost is higher and much longer life. Seen in comparative tables make clear the advantages and disadvantages of each product, making an assessment of simplified use today and forward.

Keywords: Keyword 1. Sleepers. Rail. Cost-Benefit. Quality. Logistics.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	9
1.1 OBJETIVO GERAL	10
1.1.1 Objetivos Específicos.....	10
1.2 JUSTIFICATIVA.....	10
1.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	11
1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO	11
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	12
2.1 LOGÍSTICA.....	12
2.1.1 Ferrovias.....	13
2.2 QUALIDADE	13
2.3 CUSTOS	16
2.4 MANUTENÇÃO	16
2.5 MATERIAIS UTILIZADOS NA CONFECÇÃO DE DORMENTES.....	17
2.5.1 Dormentes	17
2.5.2 Dormentes de Madeira	18
2.5.3 Dormentes de Concreto.....	20
2.5.4 Análise técnica dos dormentes	20
3 ANÁLISE COMPARATIVA	22
3.1 QUANTIDADE APLICADA.....	22
3.2 CUSTO DE AQUISIÇÃO ANUAL DOS DORMENTES	22
4 INVESTIMENTOS FUTUROS	23
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	23
REFERÊNCIAS.....	25

1 INTRODUÇÃO

A logística é fundamental para o sucesso das empresas, pois é a área da administração que cuida do transporte e armazenamento dos produtos. Atualmente faz parte da cadeia de suprimentos e interfere na qualidade final do produto bem como no custo do mesmo. Um dos modais existentes na logística é a ferrovia, foi onde começou com grandes cargas, no século XVIII a invenção da máquina a vapor representou uma inovação tecnológica fundamental que permitiu a mecanização do sistema produtivo e o aumento da escala de produção. Esta inovação tecnológica que propiciou a agilidade dos meios de transporte, através das ferrovias e da navegação, sendo ela responsável pela expansão dos mercados e do escoamento da produção. Em virtude do surgimento das ferrovias, houve-se uma expansão da produção agroindustrial, abrindo fronteiras agrícolas não exploradas o que permitiu o escoamento do excedente da produção de certos países para outras regiões do globo (BALLOU, 1993).

A presente pesquisa fará uma comparação entre qualidade e custo benefício na base da superestrutura férrea brasileira, os dormentes, hoje o material mais utilizado é a madeira de eucalipto, mas o consumo está maior que o reflorestamento, alternativas como o concreto, estão sendo utilizadas e comparadas, para a melhor opção de substituição.

Inicialmente há um preconceito no uso do dormente de concreto, principalmente em relação ao seu custo inicial, que logicamente é maior que o de madeira, pois exige mais tecnologia envolvida, materiais mais caros, e o seu peso fica muito maior também, encarecendo a logística diretamente.

Ao desenvolver do trabalho será feito comparações mostrando a real situação de cada produto utilizado, custos, vida útil que são detalhes muito importantes em se tratar de um material que serve como base para as vias férreas.

Espera-se que o trabalho contribua para os acadêmicos e profissionais da área, somando para a reduzida bibliografia sobre o assunto, mostrando a importância dos dormentes e do futuro da superestrutura da ferrovia brasileira.

1.1 OBJETIVO GERAL

Estabelecer a comparação entre qualidade e custo benefício das principais matérias primas utilizada nos dormentes, base da superestrutura férrea brasileira.

1.1.1 Objetivos Específicos

- Caracterizar as principais matérias primas utilizadas para confecções de dormentes
- Estabelecer um método comparativo entre as matérias primas utilizadas na confecção de dormente.
- Buscar dados na literatura e no mercado para consolidar o método comparativo.

1.2 JUSTIFICATIVA

Ballou (2001) afirma que a “...logística empresarial estuda como a administração pode prover melhor nível de rentabilidade nos serviços de distribuição aos clientes e consumidores, através do planejamento, organização e controle efetivos para as atividades de movimentação e armazenagem que visam facilitar o fluxo de produtos...”.

A gestão da qualidade é reconhecida, tanto nos meios empresariais como acadêmicos, um item de importância estratégica para a melhoria de competitividade e produtividade de negócios. Além do objetivo de conquistar mercados, melhorando sua eficácia no atendimento dos requisitos dos clientes, a gestão da qualidade também tem por objetivo melhorar a eficiência do negócio, reduzindo os desperdícios e os custos da não qualidade nas operações de produção. (CARPINETTI, 2012). Dessa forma, o estudo sobre qualidade, custos tem uma relevância de grande importância, principalmente para o setor ferroviário.

1.3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O presente trabalho caracteriza-se do ponto de vista do objeto como uma pesquisa bibliográfica, do ponto de vista da sua natureza como básica, pois busca gerar conhecimentos novos, úteis para avanço da ciência, sem uma aplicação prevista.

Por sua abordagem, caracteriza-se como qualitativa. Do ponto de vista dos objetivos, a pesquisa possui caráter descritivo e exploratório, pelo motivo de que analisa as informações obtidas.

Por fim, classifica-se como pesquisa bibliográfica com estratégia documental. Dessa forma, esse tipo de pesquisa tem como característica marcante, o meio utilizado para o desenvolvimento efetivo desta pesquisa tem-se a pesquisa de caráter bibliográfico, pois utiliza também, de fontes bibliográficas e documentos que tratam sobre o objeto de estudo. A pesquisa bibliográfica se dá através da análise, segundo Prodanov (2013), de materiais publicados como: livros, revistas, artigos científicos, monografias, dissertações, teses, internet. teses, internet. Isso faz com que o pesquisador tenha um contato direto e significativo com os materiais selecionados sobre com o assunto abordado na pesquisa, e efetue o desenvolvimento efetivo de seu objeto de estudo.

1.4 ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho será composto pela seguinte estrutura:

No capítulo 1 foi explanada a introdução do trabalho, bem como seus objetivos geral e específicos, problemática, justificativa e procedimentos metodológicos.

No capítulo 2 será realizada a revisão bibliográfica, onde serão abordados os seguintes tópicos: Logística, Qualidade, Custos e Manutenção.

No capítulo 3 foi realizada a Análise Comparativa dos dados apresentados.

No capítulo 4 as considerações finais do trabalho.

E finalmente, no capítulo 5 se enumera as referências utilizadas para elaborar este trabalho.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 LOGÍSTICA

Por muito tempo a Logística foi tratada de forma desagregada. Cada uma das funções logísticas era tratada independentemente e como áreas de apoio ao negócio. Segundo Bowersox & Closs (2006), até a década de 50 não existia uma definição formal de logística

Ronald H. Ballou evidencia a importância da Logística Empresarial da seguinte maneira:

A logística empresarial estuda como a administração pode prover melhor nível de rentabilidade nos serviços de distribuição aos clientes e consumidores, através do planejamento, organização e controle efetivos para as atividades de movimentação e armazenagem que visam facilitar o fluxo de produtos. A logística é um assunto vital. É um fato econômico que tanto os recursos quanto os seus consumidores estão espalhados numa ampla área geográfica. Além disso, os consumidores não residem próximos donde os bens ou produtos estão localizados. Este é o problema enfrentado pela logística: diminuir o hiato entre a produção e a demanda, de modo que os consumidores tenham bens e serviços quando e onde quiserem, e na condição física que desejarem.

O tratamento da logística como um grupo de áreas dispersas que não possuíam interdependência traz uma perspectiva adicional. Segundo Lambert (1998), o foco destas áreas era apenas o controle físico dos fluxos de materiais, do ponto de origem ao ponto de consumo. A transformação desta visão da logística para o entendimento de sua importância e abrangência é um movimento de poucas décadas, mas que provocou uma avalanche de neologismos e definições para Logística, ressaltando a sua relevância.

O problema de definição da malha logística ou rede logística pode ser examinado sob a ótica de um mapa de nós e potenciais links. Os nós da rede significam os pontos de armazenagem e/ou consumo (lojas, CDs, clientes, fábricas, dentre outros) e os links os possíveis fluxos de materiais (BALLOU, 2001). A localização de instalações na rede logística é a maior questão estratégica, pois os custos de operações logísticas variam de 8 a 30 por cento dos custos de vendas para as empresas em todo o mundo, e a decisão de localização afeta diretamente

este número (BALLOU, 1995). O problema de localização de rede logística envolve várias decisões, dentre elas: - A política de estoques; - O nível de serviço ao cliente; - Pontos de armazenagem definidos (quantidade e tamanho); - Seleção de modais de transporte (BALLOU, 1995).

2.1.1 Ferrovias

Com a revolução industrial que aconteceu na Europa no século XIX, ocorreu que pequenas produções deram o lugar a grandes fábricas, a consequência foi o aumento na produção, sendo necessário um transporte rápido e eficiente para que fosse escoado para atingir o maior mercado de consumidores. Com o crescimento acelerado no mercado, George Stephenson fez a primeira locomotiva em 1814, sendo iniciada a era das ferrovias. (AGÊNCIA NACIONAL DOS TRANSPORTADORES FERROVIÁRIOS - ANTF)

No Brasil, a primeira ferrovia foi construída em 1852 por uma união do Governo Imperial ao Barão de Mauá, no estado do Rio de Janeiro. A segunda ferrovia foi construída em 1855 ligando Recife ao São Francisco, em Pernambuco.

O sistema ferroviário brasileiro foi marcado por períodos de ascensão, desenvolvimento, estagnação e crise, tempos esses que podem ser diferenciados através dos órgãos regulamentadores, fiscalizadores e controladores das malhas ferroviárias eram a extinta RFFSA (1957-1992) e ANTT (2002 – atualmente). (ANTF)

O setor de manutenção da ferrovia, sempre busca redução de custos, mas em contra partida, os dormentes de eucalipto naturalmente estão ficando cada vez com os valores mais elevados, devido aos fornecedores terem dificuldades em conseguir material que se possam produzir os dormentes.

2.2 QUALIDADE

A gestão da qualidade é reconhecida, tanto nos meios empresariais como acadêmicos, um item de importância estratégica para a melhoria de competitividade e produtividade de negócios. Além do objetivo de conquistar mercados, melhorando sua eficácia no atendimento dos requisitos dos clientes, a gestão da qualidade também tem por objetivo melhorar a eficiência do negócio, reduzindo os

desperdícios e os custos da não qualidade nas operações de produção. (CARPINETTI, 2012)

Por ser um assunto complexo e controverso, além de fundamental para as organizações modernas, a gestão da qualidade será tratada fora das áreas funcionais da empresa. Geralmente se fala de qualidade dentro da área de produção como afirma Garvin (2002, p. 45): “Em sua versão original, a qualidade era responsabilidade do departamento de produção; hoje saiu da fábrica e entrou na sala de alta gerência.”, Garvin complementa dizendo que essa mudança foi fundamental para o entendimento da qualidade. Por isso será realizado um estudo específico sobre a qualidade percebendo que esse é um tópico que deve ser compreendido a partir de uma visão sistêmica e total do negócio, e não a partir de uma área funcional da empresa.

Sobre a evolução histórica dos estudos da qualidade, Garvin, destaca quatro etapas: Inspeção; Controle Estatístico da Qualidade; Garantia da Qualidade; e Gerenciamento Estratégico da Qualidade. As duas primeiras etapas tratam de métodos e ferramentas para certificar a qualidade do produto e da produção, seja através de inspeção ou controle estatístico. A terceira etapa traz uma inovação ao buscar a garantia da qualidade de uma forma total, através da qualidade em todos os processos, desde a concepção e desenvolvimento até a entrega ao cliente através de bons serviços. Já a última etapa trata de utilizar a qualidade como um fator estratégico e competitivo, relacionando qualidade à lucratividade.

Conceituar a qualidade pode ser muito arriscado por se tratar de uma palavra tão comum e popular, o que gera uma diversidade grande de significados, por isso serão utilizadas duas classificações que interagem entre si.

A primeira classificação é de Garvin (2002) que diz que a qualidade pode ser definida dentro de cinco abordagens principais, são elas:

1- Transcendente: Qualidade vai além das definições racionais e científicas, qualidade é uma percepção intuitiva, não se sabe por que algo possui qualidade, mas se sente e se sabe que esse algo é de qualidade;

2- Baseada no produto: A qualidade é baseada em uma série de especificações mensuráveis que a garantem e certificam;

3- Baseada no usuário: A qualidade parte da percepção do cliente, o que ele acha bom o satisfaz é de qualidade;

4- Baseada na produção: A qualidade é a eficiência em se produzir exatamente o que foi projetado, de forma otimizada e sem perdas;

5- Baseada no valor: É a definição que passa pelo custo e preço, quanto maior o desempenho com o menor preço ou custo, mais qualificado será o produto.

Segundo Garvin (2002) dessas cinco abordagens pode-se identificar oito dimensões ou categorias da qualidade. Dentro da abordagem baseada no produto têm-se as dimensões de desempenho, características e durabilidade. Na abordagem baseada no usuário pode ser identificadas as dimensões de atendimento, estética e qualidade percebida. Na abordagem baseada na produção têm-se as dimensões de conformidade e confiabilidade.

Dessa forma é construída uma conceituação de qualidade ampla, baseada em cinco abordagens e oito dimensões. A segunda classificação é de Paladini (2000) que conceitua a qualidade baseado em dois elementos: Espacial; e Temporal. Para Paladini:

1. a qualidade envolve muitos aspectos simultaneamente, ou seja, uma multiplicidade de itens. Essa seria a componente “espacial” do conceito;

2. a qualidade sofre alterações conceituais ao longo do tempo, isto é, trata-se de um processo evolutivo. Essa seria a componente “temporal” do conceito.

Paladini (2000) diz que se deve acertar o conceito primeiro, o que seria a parte espacial, para se direcionar o processo da qualidade total posteriormente, o que seria a parte temporal. Embora a qualidade seja difícil de se conceituar, é fundamental buscá-la incessantemente como uma maneira de se obter vantagem competitiva e diferencial estratégico. Empresas que não investem em qualidade, desde os pequenos detalhes aos maiores planejamentos estratégicos integrados, estão perdendo espaço para outras que investem e colhem o retorno, seja ele através da fidelidade do cliente e da alta rentabilidade deste cliente satisfeito, ou evitando os desperdícios produtivos através de uma otimização das operações tornando-as mais eficientes. O investimento na qualidade é tão importante ou até mais que os investimentos nas áreas funcionais da empresa.

2.3 CUSTOS

Segundo Juran (1992) a classificação dos custos da não qualidade, ou seja, os custos de não fazer certo da primeira vez, segundo ele a linguagem do dinheiro era essencial na sensibilização da alta gerência, os três tipos de custos são:

1 - Custos das Falhas. Seriam internas e externas. A interna quando o produto ainda não chegou ao cliente e todo trabalho de recuperação é feito na empresa, e a externa quando o produto já está sob posse do cliente e dessa forma é necessário recuperar o produto, perde-se a credibilidade do cliente e gera-se perdas em futuros negócios (esse componente é um pouco mais difícil de medir).

2 - Custos de Avaliação. Devem incluir os custos das inspeções, testes em processo, auditorias de conformidade etc.

3 - Custos da prevenção. Devem incluir os custos de planejamento, controle e avaliação de fornecedores e treinamentos em técnicas de controle de qualidade.

Para Bornia (2010) ele enfatiza a importância do gerenciamento de custos para a tomada de decisão, para a previsão e para o planejamento do lucro, uma vez que os procedimentos de análise de custo, volume e resultado irão salientar o grau de influência que as alterações no volume e nos custos trarão ao resultado.

2.4 MANUTENÇÃO

Segundo Porto (2006) a manutenção preventiva em uma via permanente deve ser rigorosamente executada para que estejam garantidas as melhores condições de operação. Nesta manutenção, devem ser contempladas: verificação das condições de uso, desgaste e durabilidade de dormentes e trilhos; verificação e reaperto de juntas das barras de trilho; lubrificação, ajustes e apertos necessários nos Aparelhos de Mudança de Via – AMV; verificação do estado e aperto das fixações; e por fim, principalmente deve ser verificada a bitola da via, bem como a superelevação em curvas, a fim de garantir uma operação sem acidentes, e com baixo risco para o material transportado.

A ferrovia utiliza dormentes de eucalipto para manutenção de vias e o consumo ainda é muito alto, para novos projetos, novas vias, estão sendo utilizados o concreto e outros materiais, podendo observar a crescente demanda.

2.5 MATERIAIS UTILIZADOS NA CONFECÇÃO DE DORMENTES

2.5.1 Dormentes

Os primeiros dormentes foram produzidos em 1820, feitos de blocos de pedras e usados em várias ferrovias americanas. Com o passar do tempo, muitos problemas causados por conta da elevada rigidez e da dificuldade para garantir a manutenção da bitola (medidas) fizeram que a madeira substituísse a pedra. (CUNHA, 2013)

Em meados de 1820, na mesma época, uma linha em Boston começou a utilizar os dormentes de madeira e por causa das inúmeras vantagens em relação à pedra, incentivou outras ferrovias a fazerem seu uso. (CUNHA, 2013)

A madeira era facilmente encontrada, inclusive próximo às linhas das ferrovias, os empresários da época não se preocuparam com a durabilidade, o que facilitou ainda mais a aceitação e difusão do produto entre os ferroviários. Madeiras de pinho, cedro, carvalho e diversas outras madeiras, foram os primeiros dormentes, utilizados de forma mista, sem seleção e de acordo com a disponibilidade das moitas de madeira ao longo da ferrovia.

Atualmente no Brasil, a ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas), regula os métodos, técnicas e requisitos para a produção e fornecimento dos dormentes de madeira, assim como o DNIT (Departamento Nacional de Infraestrutura de Transporte), mas há também, especificações na VALEC Engenharia, Construções e Ferrovias S/A., empresa pública federal, concessionária de serviço público e vinculada ao Ministério dos Transportes; na CBTU (Companhia Brasileira de Trens Urbanos) e na extinta RFFSA (Rede Ferroviária Federal S/A.).

Em 20 de outubro de 1965, a Lei 4,797 tornou-se obrigatório o uso de madeiras preservadas pelas concessionárias de serviço público e dá outros procedimentos. O uso acelerado e desenfreado da madeira tornou um problema ambiental, e o desenvolvimento de tecnologias como o dormente de concreto começou a surgir a fim de causar menor impacto ambiental e também outras vantagens.

Segundo Vidon (2013), há requisitos para que os dormentes sejam bem sucedidos e possam ser aplicados em via permanente, tais como:

1ª) Espalhar (distribuir) sobre a maior área da face a possível as cargas de rodas assegurando que lastro/sublastro e, principalmente, o subgrade não sofram sobrecarga ou excesso de tensões;

2ª) Manter a bitola da linha e inclinação do trilho, dentro das tolerâncias especificadas;

3ª) Não gangorrar (rock-roll), ou seja, não oscilar lateralmente sob ação do tráfego;

4ª) Não correr, não se movimentar lateralmente sob ação de forças centrífugas ou térmicas, e resistir ao fenômeno de flambagem da via;

5ª) Não caminhar, não se deslocar longitudinalmente sob ação das forças de tração e frenagem dos trens, ou ação das forças térmicas; e

6ª) Permitir o isolamento elétrico entre as duas filas de trilhos. Apesar de anos de pesquisa, desenvolvimento e emprego de dormentes alternativos como o concreto, aço e plásticos (polímeros), a experiência mostra que a madeira é ainda a matéria-prima preferida para dormentes, pois atende os seis critérios essenciais já descritos.

2.5.2 Dormentes de Madeira

Segundo Marzola (2004), estima-se que cerca de 2,6 bilhões de dormentes de madeira, de um total aproximado de três bilhões de unidades, em todo o mundo, sejam dormente de madeira, tornando-o assim, de longe, o mais utilizado. Estima-se, ainda, que desse total, cerca de 2 a 5% necessitem ser renovados a cada ano; ou seja, de 52 a 120 milhões de unidades por ano, em todo o mundo.

Os dormentes de eucalipto no Brasil, a maior conscientização ambiental aliada a exploração predatória liquidou a oferta e disponibilidade da madeira de florestas nativas para produção de dormentes. Restando apenas madeiras de reflorestamento, entre elas se destaca a madeira de eucalipto. O dormente de eucalipto possui massa específica de valor elevado de até 1,2 t/m³, essa propriedade mecânica deveria garantir ótimo desempenho. Entretanto, a madeira de

eucalipto possui fragilidades que limitam sua vida útil na via a um máximo de 13/15 anos, e em várias situações pode não ultrapassar a 4 anos. (MARZOLA, 2004)

Atualmente, as Usinas de Preservação de Madeira, que são responsáveis pelo fornecimento de dormentes autoclavados para as principais ferrovias brasileiras, têm dificuldades em encontrar áreas grandes de reflorestamentos antigos de eucalipto, o consumo do eucalipto se dá principalmente na idade de 8 anos de idade como lenha e madeira serrada, para produzir um dormente é necessário, no mínimo 25 anos de idade da floresta, para que a madeira seja madura, tenha cerne. (MARZOLA, 2004)

O dormente autoclavado apresenta vantagens em relação ao material in natura, ou seja, sem tratamento em autoclave, estima-se que a durabilidade aumenta em 3 vezes, retardando o apodrecimento por ataque de fungos e outros agentes deteriorantes.

2.5.2.1 Eucalipto

As plantações florestais de eucalipto têm estado no meio de grandes controvérsias e continuam a despertar acalorados debates quanto a seus impactos no meio ambiente. De modo geral, criticam-se os efeitos sobre o solo (empobrecimento e erosão), a água (impacto sobre a umidade do solo, os aquíferos e lençóis freáticos) e a baixa biodiversidade observada em monoculturas. (CUNHA, 2013)

As espécies de madeira de eucalipto ultrapassam a quantia de 600 espécies, sendo que muitos são inapropriados para produção de dormentes devido a forte tendência de fendilhamento como exemplo são: 1) E. Alba, 2) E. Viminalis e 3) E. Grandis que foram introduzidas no Brasil, a partir de 1908, para produção de lenha para locomotivas a vapor, e que atualmente são as mais produzidas devido ao rápido crescimento e utilização industrial. (CUNHA, 2013)

As espécies de eucalipto de primeira classe existentes no Brasil as quais praticamente não fendilham em condições ambientais normais são as seguintes: 1) E. Citriodora; 2) E. Maculata; 3) E. Paniculata; 4) E. Creba e 5) E. Siderophloia. A produção de dormente eucalipto no Brasil é estimada em cerca de 500 mil peças/ano e a capacidade instalada de seis produtores em cerca de 1,5 milhão/ano. (CUNHA, 2013)

2.5.3 Dormentes de Concreto

Na Europa a aplicação em larga escala do dormente de concreto ocorreu logo depois II Guerra Mundial, isto devido à devastação das florestas nativas pelas guerras e a dificuldade da importação da madeira de países asiáticos e africanos. Atualmente a malha ferroviária europeia tem 60% de dormentes de concreto e fabricação em torno de 15 milhões / ano. Nos USA a primeira e limitada instalação de dormente de concreto para testes ocorreu em 1957 com 500 peças, devido principalmente há iniciativas e esforços da AAR (“Association of American Railroad”) e da PCA (“Portland Cement Association”).

Mas muito cedo, milhares de problemas surgiram, apenas em 2013, cerca de 5% da malha ferroviária na América do Norte algo em torno de 15.000 km é de dormente de concreto e são fabricados cerca de 800 mil peças/ano por dois grandes fornecedores, mas essa quantidade ainda é muito pequena em relação a quantidade produzida de dormentes de plástico reciclável.

Confome AREMA 2008 ele indica

“...os dormentes de concreto são pesados e muito menos flexível em absorver cargas de impacto e transmitem para o lastro carga excessivamente elevada, que resultará no esmagamento, trituração e quebra das pedras de constituição do lastro. Portanto, obrigatoriamente a seleção do material de lastro tem de ser muito restritiva para garantir um desempenho satisfatório da via. O lastro para as instalações com dormente de concreto tem de ser obrigatoriamente produzido de granito, basalto ou quartzo”.

O dormente de concreto está sendo muito observado sobre seu comportamento na linha férrea, principalmente pela atrativa vantagem na durabilidade que ele propicia em relação ao de eucalipto.

2.5.4 Análise técnica dos dormentes

Com a tabela abaixo podemos observar um resumo geral sobre a utilização de cada dormente.

Tabela 1: Análise técnica dos dormentes

Característica	Madeira	Concreto
Peso (kg)	80-100	330
Material reciclável?	Sim, caso não seja madeira tratada.	Sim
Apresenta risco de incêndio?	Sim	Não
Pode ser atacado por fungos e microorganismos?	Sim, mesmo com o tratamento, ainda apresenta risco de ataque.	Não
Há perda no descarrilamento?	Não	Sim
Apresenta tráfego ruidoso?	Não	Não
Há necessidade de tratamento químico?	Para a utilização de madeira nobre, ou do grupo I, não. Para madeira mole, ou pertencente ao grupo II, sim.	Não
É condutor de eletricidade?	Não	Não
Lastro necessário para aplicação do elemento?	30 cm de lastro abaixo do dormente.	30 cm de lastro abaixo do dormente.
Sistema de fixação e manutenção?	Simplex	Devido ao peso maior que outros, dificulta o manuseio, tornando a manutenção mais lenta, conseqüentemente mais cara.
Resistência e estabilidade	Boa resistência lateral; funciona bem em curvas; suporta grande tensão, resistente a elevadas cargas por eixo; oferece maior estabilidade à linha, não racha, não trinca, preserva o material rodante e a geometria da via.	Excessiva rigidez e menor resistência aos impactos podendo trincar; transfere toda a força recebida para o lastro; seu maior peso oferece maior resistência para a via.
Desempenho	Bom para vias com elevado índice de tráfego anual e transporte de carga pesada; com traçado sinuoso; e próximas a grandes centros urbanos.	Bom para vias com grande fluxo de passageiros, com velocidade operacional e geometria da via mais uniformes, seu uso resulta em rolamento mais suave e seguro, dando maior conforto aos usuários. Em vias de carga seu uso se faz indicado para trechos com velocidade operacional constante, que se deseje agilidade e fluidez na operação, com baixo índice de manutenção.
Atuais dificuldades de mercado?	Redução da oferta; queda na qualidade do produto e da madeira; tratamento oneroso e com geração de resíduos.	Alto custo de produção, devido à necessidade de material britado de boa qualidade e armadura densa. Alto custo para o transporte, devido o seu peso

Fonte: Adaptado de SALLES (2009)

3 ANÁLISE COMPARATIVA

Dois critérios foram definidos para o processo de avaliação da aplicação dos dormentes em linhas férreas, são eles:

- Quantidade aplicada em um quilômetro de linha;
- Custo de aquisição do dormente, bem como sua vida útil ao longo de sua utilização;

3.1 QUANTIDADE APLICADA

No intuito de compararmos os tipos de dormente abordados acima, podemos dizer que a comparação da forma mais primária que a principal variação se dará pela quantidade de dormentes aplicados em um quilômetro de via férrea. (CUNHA 2013)

Essa quantidade varia de acordo com o material aplicado e com as propriedades resistentes.

Tabela 2: Uso de dormentes pro km de ferrovia (bitola de 1,60m).

Tipo de dormente	Madeira	Concreto
Dormentes por quilômetro	1.852	1.667

Fonte: SALES (2009).

3.2 CUSTO DE AQUISIÇÃO ANUAL DOS DORMENTES

A relação de custos / ano é bem simplificada pela divisão do preço de aquisição pela durabilidade estimada do produto, conforme tabela abaixo:

Tabela 3: Preço anual dos dormentes

Tipo de dormente	Madeira	Concreto
Vida útil (anos) ¹	15	50
Preço (R\$) ²	150,00 ¹	248,00 ¹
Preço anual (R\$) ^{2/1}	10,00	6,20 – 4,96

Fonte: SALLES, 2009.

Fonte de preço e/ou durabilidade:

(1): SEINFRA, tabela 019A, 2012;

(2): ECOLOGY PLASTIC, 2012 e

(3): <http://www.santosmodal.com.br/conteudo.php?codigo=5835>, 2012.

Certamente, o investimento inicial com o dormente de concreto é 65% maior, porém fazendo uma comparação de seu preço e vida útil, pensando em uma peça de dormente, fica simples observar que a vida útil do dormente de concreto é 3,3 vezes maior que o dormente de eucalipto, ou seja, seria necessário substituir 3 vezes o material de eucalipto, para se chegar ao período de vida útil do dormente de concreto, um gasto de 450,00 reais, ocorrendo totalmente o contrário, o custo com o dormente de eucalipto fica 81% mais caro.

Havendo um pensamento errôneo sobre o dormente de concreto, quando se olha apenas o custo inicial e não faz essa relação com a vida útil, visivelmente mais compensatório.

4 INVESTIMENTOS FUTUROS

A expectativa para os próximos anos é substituir 600 mil dormentes de madeira pelos de concreto e a demanda gerada pela modernização e ampliação de sistemas ferroviários, atrai o olhar para o investimento e parcerias de grandes empresas do setor para o Brasil. Outras mudanças que ocorrem é empresas do setor automotivo migrar também para o ferroviário, enxergando avanço tecnológico, aumento de produtividade e lucros. (BETTING, 2013)

Uma situação futura onde haverá vantagens, é que há empresas que estão se instalando no Brasil por meio de parcerias internacionais, a fábrica de produção de dormentes de concreto é móvel, ou seja, a produção pode acontecer na área de aplicação e o custo com a logística das peças que é um dos maiores impasses, vem a ser reduzido consideravelmente, fazendo com que se ganhe força a produção desse material. (BETTING, 2013)

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com todos os dados apresentados, nota-se o objetivo geral e específicos do trabalho foi desenvolvido e a comparação de qualidade e custo benefício ocorreu, de forma que se pode finalizar que o dormente de madeira é o mais difundido mundialmente, tendo o menor preço inicial de produção e de aquisição, apesar da

desvantagem no tempo de vida útil e ao meio ambiente, ainda é o mais utilizado em manutenções de vias, até que seja feita sua troca total.

Esse material com o tempo irá baixar de qualidade devido ao consumo precoce do eucalipto para lenha como fonte energética e madeira serrada para construções, entre outros, certamente irão surgir novos produtos com a madeira de eucalipto, estudos atuais sugerem dormentes “montáveis” com medidas menores da madeira, podendo assim utilizar madeiras mais jovens para a produção, reduzindo custos de produção fazendo a ferrovia olhar novamente para o eucalipto.

O dormente de concreto tem desvantagens como o seu peso, causando um sério transtorno como o encarecimento da sua logística e alto preço na aquisição, em contrapartida sua durabilidade é muito maior em relação ao da madeira e se comporta bem aos esforços solicitados da via, esse material certamente irá se expandir consideravelmente no Brasil.

Investimentos futuros no dormente de concreto, como fábricas móveis, apresentam-se como soluções reais nos custos de aquisição, fazendo esse material ganhar força produtiva futura, reduzindo o seu custo unitário.

Há dificuldades em estudar o tema proposto no trabalho, a escassez de material teórico que é encontrado, porém os dados apresentados demonstram uma defesa satisfatória do uso do dormente de concreto, como uma saída atual e principalmente futura, para o problema apresentado.

É notória, a real importância em se olhar para esse produto, o dormente, principalmente sabendo que ainda a maior quantidade utilizada nas manutenções de vias é a madeira e pode ficar escassa em um futuro não muito distante, sendo sim necessário começar estudos relacionados, buscando saídas como desenvolvimento de novos produtos, a fim de substituir a madeira na via, ou resolver o problema com a idade em que se colhe o eucalipto dos reflorestamentos.

REFERÊNCIAS

BOWERSOX, Donald J.; CLOSS, David J. – **Gestão logística de cadeias de suprimentos**. São Paulo: Bookman, 2006

BALLOU, Ronald H. **Logística Empresarial**. São Paulo: Atlas, 1993.

LAMBERT, Douglas M.; STOCK, James R.; ELLRAM, Lisa M. – **Fundamentals of Logistics Management**. Singapore: MacGraw-Hill, 1998

BALLOU, Ronald H. **Logística Empresarial**. São Paulo: Atlas, 1995.

BALLOU, Ronald. **Logística Empresarial**. São Paulo: Atlas, 2010.

CARPINETTI, Luiz Cesar Ribeiro. **GESTÃO DA QUALIDADE: Conceitos e Técnicas**. 2ª Edição. São Paulo: Atlas, 2012.

GARVIN, David A. **Gerenciando a qualidade: a visão estratégica e competitiva**. Rio de Janeiro: Qualitymark Ed., 2002.

PALADINI, Edson Pacheco. **Gestão da qualidade: teoria e prática**. São Paulo: Atlas, 2000.

JURAN, J.M. **Juran: planejando a qualidade**. 2ª ed. São Paulo: Pioneira, 1992.

BORNIA, Antonio Cezar. **Análise Gerencial de Custos: Aplicação em empresas modernas**. São Paulo: Atlas, 2010.

BASTOS, P. S. S. **Análise experimental de dormentes de concreto protendido reforçados com fibras de aço**. Tese (Doutorado). Disponível em <<http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/18/18134/tde-17022005-165347>>. Acesso em: 02 set. 2014.

NBR-7511: dormente de madeira. Rio de Janeiro, 1992.

NBR-12803: dormente preservado de madeira. Rio de Janeiro, 1993.

NBR-6232: tratamento preservativo do dormente de madeira. Rio de Janeiro, 1992.

NBR-11709: dormentes de concreto. Rio de Janeiro, 1982.

MARZOLA, G. **Alternativas viáveis para substituição da madeira como dormente ferroviário**. Trabalho de Conclusão de Curso de Engenharia Civil. Universidade Anhembí Morumbi, 2004.

BETTING, Daniel. Novas Empresas Grande Negócios. **Revista Ferroviária** março 2013

VIDON, Walter Jr. Dormentes Alternativos & Plataforma Resistente. **Revista Ferroviária** setembro / outubro 2013.

AGÊNCIA NACIONAL DOS TRANSPORTADORES FERROVIÁRIOS. Ferrovias de Carga brasileiras. Disponível em: < <http://www.antf.org.br/> > Acesso 10 de dezembro 2014.