

# MINIMIZAÇÃO DOS CUSTOS DE TRANSPORTE PARA EXPORTAÇÃO DE MADEIRA DA AMAZÔNIA LEGAL\*

Rodrigo Peixoto da Silva<sup>1</sup> - [rodrigo.peixoto@hotmail.com](mailto:rodrigo.peixoto@hotmail.com)  
José Vicente Caixeta Filho<sup>1</sup> - [jose.caixeta@usp.br](mailto:jose.caixeta@usp.br)

<sup>1</sup>Universidade de São Paulo ESALQ/USP  
Piracicaba / Brasil

\* Submissão em: 09/07/2014 | Aceito em: 17/05/2015

## RESUMO

O objetivo deste trabalho é propor um modelo de minimização dos custos de transporte da madeira amazônica destinada à exportação para os principais parceiros comerciais brasileiros. Tendo em vista que a exploração madeireira está entre as principais atividades econômicas da região e que o comércio internacional desse produto é sensível à conjuntura econômica global, o estudo propõe medidas visando ganhos de eficiência logística, tornando-a um produto mais competitivo. A modelagem está baseada em técnicas de programação linear, obtendo os fluxos que minimizam os custos de transporte entre as praças madeireiras, portos e países. Os resultados apontam para as praças de Sinop e BR-163 como estratégicas para a expansão da capacidade exportadora e o porto de Belém como principal saída para o escoamento. Através do modelo o custo de transporte poderia ser reduzido significativamente.

**Palavras chave:** exportações, custos de transporte, otimização, programação linear, Amazônia Legal.

## MINIMIZING TRANSPORTATION COSTS FOR EXPORT WOOD AMAZON

### ABSTRACT

The aim of this work is to propose a cost minimization model of transportation of timber produced in the Legal Amazon region for export to Brazil's main trading partners. Considering that logging is among the main economic activity in the region and the international trade of tropical timber are sensitive to global economic conditions, the study proposes measures to logistics efficiency gains, making it a more competitive product. The modeling is based on linear programming techniques in order to obtain the flows that minimizes the transportation costs. The results pointing out Sinop and BR-163 as strategic to the expansion of export capacity and the port of Belém as the main outlet of the flow of the exported timber. Through the model, the shipping would be reduced significantly.

**Key words:** exports, transportation costs, optimization, linear programming, Legal Amazon region.

## 1 INTRODUÇÃO

De acordo com a Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia (SUDAM), a chamada Amazônia Legal foi criada pelo governo brasileiro a partir da lei de número 1806 de 06/01/1953. A definição de Amazônia Legal é fruto de um conceito político que visava criar um planejamento adequado para a região e promover seu desenvolvimento. A partir de 1989, após a criação do Estado do Tocantins, a área considerada como Amazônia Legal passou a abranger os seguintes Estados: Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins e parte do Maranhão.

Esta região possui como característica uma vasta área de floresta nativa, na qual atividade madeireira vem se desenvolvendo ao longo dos anos. Além do potencial madeireiro, a floresta amazônica abriga metade da biodiversidade do planeta, concentra 20% da água doce e uma riqueza inestimável para setores que dependem da pesquisa em biotecnologia. Com toda esta riqueza em mãos, o Brasil tem o dever de realizar uma exploração racional desses recursos. Todas as atividades econômicas realizadas na região devem estar baseadas em técnicas adequadas de uso e exploração dos recursos naturais. A atividade madeireira não deve fugir à regra, mas infelizmente a exploração de madeira tropical geralmente é realizada sem o planejamento adequado e critérios de produção sustentáveis. Esta forma de exploração madeireira degrada rapidamente o meio ambiente onde ocorre, aumentando muito o tempo necessário para a recomposição da floresta e tornando necessária a frequente migração da atividade para novas áreas.

Na década de 1990, um estudo realizado por Uhl et al. (1997) apontava que “o Brasil, que possui um terço das florestas tropicais do mundo, encontra-se bem posicionado para dominar o comércio internacional de madeira tropical no século XXI”. Esse mesmo estudo, no entanto, ressaltava o antagonismo entre a possibilidade de o Brasil tornar-se o maior produtor mundial e a falta de planejamento existente na exploração de madeira tropical. A liderança brasileira concretizou-se, ao menos com relação à madeira serrada. De acordo com OIMT (2012), o Brasil foi o principal produtor mundial entre os anos 2010 e 2012, produzindo cerca de 16 milhões de metros cúbicos de madeira serrada em cada um desses anos<sup>1</sup>. Outros importantes produtores foram a Índia, Indonésia, Malásia e Tailândia, todos com produção inferior a 5 milhões de metros cúbicos. Com relação à madeira em tora, o Brasil mantém-se como o segundo maior produtor do mundo, ficando atrás apenas da Indonésia (Lentini, Veríssimo, & Pereira, 2005).

<sup>1</sup> Considerando todo o território nacional e não apenas a Amazônia Legal.

Os estudos relacionados à atividade madeireira na região amazônica são geralmente realizados por biólogos e cientistas ambientais e limitam-se aos aspectos técnicos do uso de tais recursos, como o uso de técnicas de manejo florestal na redução de desperdícios na produção madeireira. Existe uma lacuna na literatura relacionada às análises econômicas, estudos de caso e elaboração de políticas adequadas para desenvolver formas sustentáveis de exploração.

Este trabalho tem a finalidade de complementar esta abordagem dando maior foco em uma forma eficiente de escoamento da produção para os países importadores. Neste sentido o trabalho está dividido em quatro seções além desta introdução. A primeira seção realiza uma revisão de literatura sobre os principais determinantes do desenvolvimento da atividade madeireira na Amazônia Legal e a situação recente de tal atividade. A segunda seção propõe um modelo normativo de minimização dos custos de transporte de madeira processada para os países importadores através de técnicas de programação linear. A terceira seção apresenta e discute os resultados. Por fim, a quarta seção apresenta as considerações finais. Além destas seções, o final do trabalho é complementado por um anexo com as informações e dados utilizados.

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A atividade madeireira na região amazônica pode ser considerada uma atividade secular. No entanto, até a década de 1970, tratava-se de uma extração extremamente seletiva, restrita às florestas de várzea dos principais rios da região. A partir de 1970, a construção de estradas que davam acesso à Amazônia, como a BR-010 e a BR-230, possibilitou a intensificação da atividade. A literatura aponta para três fatores principais que contribuíram para o crescimento da indústria madeireira na Amazônia:

“Primeiro, a construção das estradas possibilitou o acesso a recursos florestais em florestas densas de terra firme ricas em madeiras de valor comercial. Segundo, o custo de aquisição dessa madeira era baixo, pois a extração era realizada sem restrição ambiental e fundiária. E finalmente, o esgotamento dos estoques madeireiros no Sul do Brasil, combinado com o crescimento econômico do país, criou uma grande demanda para a madeira Amazônica”. (VERÍSSIMO et al, 1998, apud IMAZON, 2010, p. 5)

A exploração madeireira está entre as principais atividades econômicas realizadas na Amazônia junto à agropecuária e à mineração industrial. A atividade movimentou a economia de diversos municípios da região e foi responsável, em 2004, pela geração de

aproximadamente 400 mil empregos (5% da PEA<sup>2</sup>) e obteve uma receita de R\$6,7 bilhões, segundo dados do Instituto do Homem e Meio Ambiente da Amazônia (IMAZON, 2010).

A atividade apresenta ainda grandes oscilações no que diz respeito à receita gerada, número de empregos e consumo de matéria prima. Segundo Lentini, Veríssimo, & Pereira (2005), entre 1998 e 2004 o consumo de madeira em tora apresentou queda de 28,3 milhões para 24,5 milhões de metros cúbicos, devido a três fatores principais: em primeiro lugar houve maior fiscalização da exploração ilegal; em segundo lugar houve o cancelamento de diversos planos de manejo por conta do agravamento da crise fundiária na Amazônia e por último houve um aumento de eficiência na conversão das toras em madeira serrada.

Em 2009 o número de empregos reduziu-se praticamente pela metade. A receita passou de R\$6,7 bilhões para R\$4,94 bilhões entre 2004 e 2009. De acordo com IMAZON (2010), três motivos explicam esse comportamento: substituição da madeira tropical por produtos concorrentes (alumínio, aço, PVC, entre outros); aumento da fiscalização na exploração madeireira e a crise econômica internacional de 2008, que reduziu significativamente a demanda externa. Ainda assim, a atividade madeireira permanece como importante fonte de renda para a região, uma vez que os preços médios da madeira subiram de R\$644,00/m<sup>3</sup> em 2004 para R\$845,00/m<sup>3</sup> em 2009 (SBF & IMAZON, 2010). A receita da atividade madeireira na região da Amazônia Legal é demonstrada na Tabela 1, que também possui informações relativas ao número de empresas madeireiras, consumo, produção e empregos gerados para os anos de 1998, 2004 e 2009.

**Tabela 1 – Evolução do setor madeireiro na Amazônia em 1998, 2004 e 2009.**

Item	1998	2004	2009
Consumo anual de madeira em tora (milhões m <sup>3</sup> )	28,3	24,5	14,2
Produção anual processada (milhões m <sup>3</sup> )	10,8	10,4	5,8
Rendimento médio do processamento	38%	42%	41%
Número de polos madeireiros	72	82	75
Número de empresas	2.570	3.132	2.226
Receita bruta (US\$ Bilhões)	2,5	2,31	2,48
Receita bruta (R\$ Bilhões)	2,88	6,75	4,94
Número total de empregados (diretos e indiretos)	353.044	344.247	203.702

Nota: câmbio médio de R\$1,16/US\$1,00 (1998); R\$2,92/US\$1,00 (2004) e R\$1,99/US\$1,00 (2009).

Fonte: IMAZON (2010)

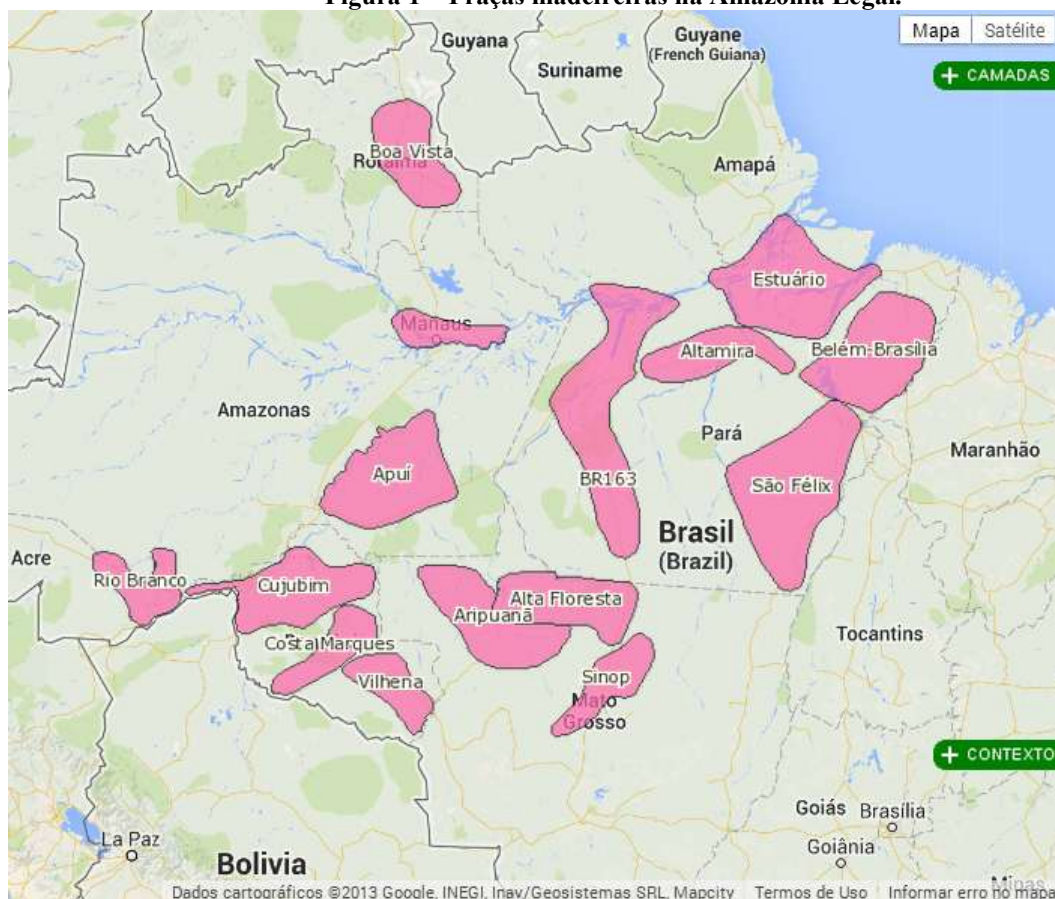
O consumo de madeira em tora apresentou notável declínio, no entanto pode-se considerar um ganho de eficiência na transformação de madeira em tora em madeira

<sup>2</sup> PEA – População Economicamente Ativa

processada. Mesmo os sutis três pontos percentuais de aumento no rendimento do processamento representam considerável redução da área de floresta a ser explorada, tendo em vista que a intensidade de exploração se dá a uma taxa entre 20 e 30m<sup>3</sup>/ha. O número de polos madeireiros e de empresas apresentou aumento significativo entre 1998 e 2004, mas em 2009 voltou a decrescer. Já o número de empregos decresceu tanto em 2004 quanto em 2009. A receita bruta, em US\$ bilhões, permaneceu estável no período considerado e a receita em R\$ bilhões apresentou comportamento volátil devido à variação cambial.

De acordo com Lentini, Veríssimo, & Pereira (2005), a maior parcela da produção é realizada nos Estados do Pará, Mato Grosso e Rondônia, que responderam por mais de 90% do consumo de madeira em tora e produção de madeira processada em 2009. Estes Estados também possuem o maior número de empresas, empregos gerados e receita. A Figura 1 ilustra a localização e a dimensão das praças madeireiras na Amazônia Legal e as capacidades produtivas de cada uma das áreas consideradas neste estudo constam no anexo.

**Figura 1 – Praças madeireiras na Amazônia Legal.**



Fonte: IMAZONGEO (2013)



Segundo os dados da Organização Internacional das Madeiras Tropicais – OIMT (2012), Brasil, Indonésia, Malásia e Índia são responsáveis conjuntamente por dois terços da produção mundial. A estimativa da OIMT para 2012 é de que a produção brasileira, em metros cúbicos, tenha sido de 30,758 milhões de metros cúbicos para madeira em tora e 16,11 milhões de metros cúbicos para madeira serrada. A produção de madeira em tora na Malásia apresentou queda de 2008 a 2012, saindo de um patamar de 21,807 milhões de m<sup>3</sup> para 15,337 milhões de m<sup>3</sup>. No caso da Indonésia, a queda na produção foi de 54,098 milhões de m<sup>3</sup> para 45,587 milhões de m<sup>3</sup> neste período. A Índia manteve-se estável no nível de 20,313 milhões de m<sup>3</sup>. Um dos motivos mais prováveis para a queda da produção nestes países é a exploração intensa das florestas ocorrida no passado. Com os estoques de madeira dos principais produtores mundiais em declínio, o Brasil provavelmente se tornará o maior produtor de madeira tropical do mundo nos próximos anos.

A distribuição da demanda entre mercado interno e externo vem modificando-se ao longo do tempo. Entre 1998 e 2004 a participação das exportações na demanda total passou de 14% para 36%, com valor absoluto passando de US\$381 milhões para US\$943 milhões (Lentini, Veríssimo, & Pereira, 2005). Em 2007, segundo o MDIC (apud PEREIRA et al., 2010), o valor saltou para US\$1,237 bilhões. Já em 2009 a participação relativa reduziu-se para 21%. Em 2011 a produção brasileira foi de 30,774 milhões de metros cúbicos de madeira em tora e 16,11 milhões de metros cúbicos de madeira serrada, que foi distribuída entre o mercado interno (94,46%) e externo (5,54%), de acordo com a OIMT (2012). Esta variação na distribuição entre mercado interno e externo está estreitamente relacionada à variação cambial e às crises sofridas pelos principais importadores de madeira brasileira.

As exportações, em valor absoluto, apresentaram uma trajetória estagnada após a crise de 2008. Além disso, o maior dinamismo do mercado interno fez com que elas perdessem participação relativa na demanda total.

O custo de transporte é um importante entrave para a comercialização de madeira. Por tratar-se de um produto volumoso e denso, o transporte de madeira geralmente acarreta expressivos custos para os produtores. Segundo Fleury (2004), o custo de transporte nacional de madeira<sup>3</sup> representa, em média, 3,5% do faturamento. Ainda segundo o autor, a parcela de custo relacionada ao transporte de madeira nativa é de cerca de 12% do custo final do produto. De acordo com Machado, Pereira, & Sant'anna (2003), o custo de transporte florestal

<sup>3</sup> Considerando apenas o transporte em território brasileiro e levando em conta a movimentação total de madeira, seja madeira nobre, como a amazônica, seja madeira oriunda de florestas plantadas de eucalipto e pinus, que possuem menor valor agregado.

representa 44,54 do custo de exploração de madeira no Brasil. Embora não se tenha informações precisas sobre os custos de exportação da madeira amazônica, pode-se argumentar que representem parcela do faturamento total superior aos 3,5% apontados por Fleury (2004), uma vez que o autor está considerando apenas o custo de transporte em território nacional.

A Figura 2 ilustra a evolução das exportações de madeira amazônica a partir de 2000. É válido ressaltar que, devido às oscilações cambiais e às quebras na demanda externa de madeira tropical, é importante a adoção de medidas que tornem os produtos brasileiros mais competitivos, visando à continuidade desta atividade geradora de renda e empregos para a população local. Estas medidas podem ser refletidas em melhores técnicas de manejo florestal com o objetivo de eliminar o desperdício, assim como na redução dos custos de transporte, que é o objetivo central deste trabalho.

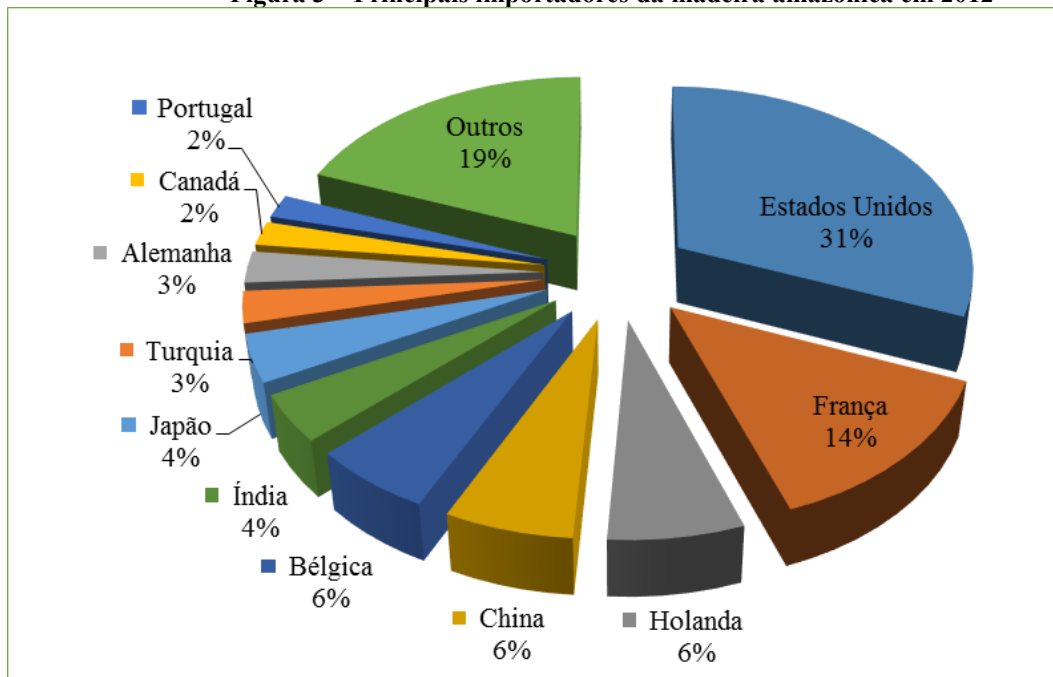
**Figura 2 – Exportações de madeira da Amazônia Legal de 2000 a 2012 – R\$ milhões.**



Fonte: Elaboração própria a partir da base de dados Aliceweb – MDIC.

Os maiores importadores de madeira amazônica são Estados Unidos, França, Holanda, China, Bélgica e Índia. A Figura 3 ilustra a distribuição das exportações em 2012 entre os principais países importadores.

Figura 3 – Principais importadores da madeira amazônica em 2012



Nota: Classificação 44 do SH a 2 dígitos – leva em conta Madeira, Carvão Vegetal e Obras de Madeira.

Fonte: Elaboração própria a partir da base Aliceweb/MDIC

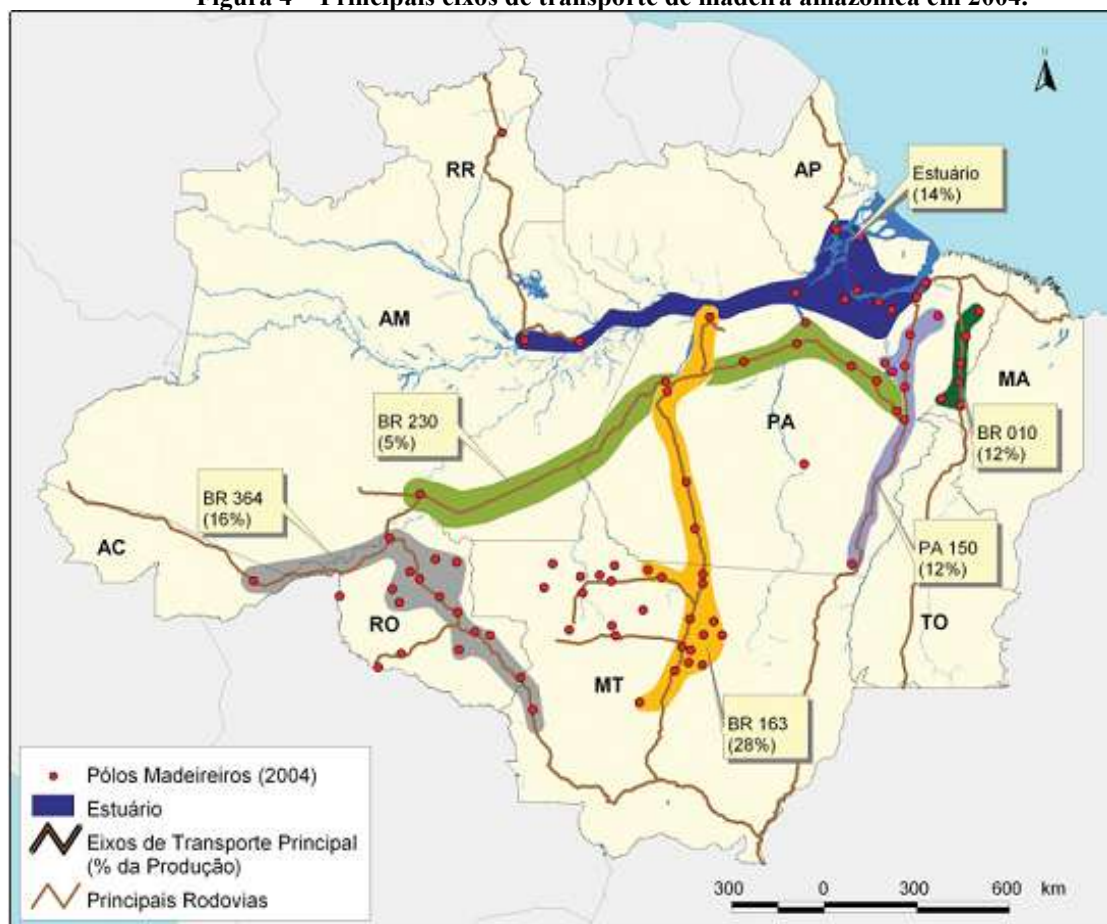
## 2.1 Principais eixos de transporte da madeira amazônica

O transporte de madeira em toras das florestas até as zonas de processamento é realizado, em grande maioria, através do sistema rodoviário (85%) e, em menor parte, hidroviário (15%). O transporte rodoviário apresenta ainda algumas peculiaridades relacionadas à qualidade das estradas para o transporte de madeira. Em média, apenas 19% do transporte entre a área de extração da madeira e a indústria de processamento é realizado por meio de estradas asfaltadas (boa qualidade), 36% através de estradas pirraçadas (qualidade regular) e 30% através de estradas não pirraçadas (baixa qualidade), (PEREIRA et al., 2010).

Conforme mencionado anteriormente, o desenvolvimento da atividade madeireira na Amazônia deu-se com base na construção de estradas que davam acesso às florestas e, desta forma, o escoamento da produção madeireira até os portos é dado basicamente por meio de rodovias. A Figura 4 ilustra os principais eixos de transporte de madeira na região amazônica.



Figura 4 – Principais eixos de transporte de madeira amazônica em 2004.



Fonte: Lentini, Veríssimo & Pereira (2005).

A industrialização de madeira ocorre ao longo dos principais eixos de transporte da Amazônia. De 1998 a 2004, houve um deslocamento da produção madeireira do leste para o oeste do Pará e do centro-norte para o noroeste do Mato Grosso. Em 2004, as madeireiras situadas ao longo da BR-163 (Santarém-Cuiabá) eram responsáveis por 28% da madeira produzida na Amazônia. A BR-364 (Cuiabá - Porto Velho - Rio Branco) representava 16% da produção, enquanto as indústrias localizadas na calha do rio Amazonas (Manaus - Estuário) produziam 14% da madeira processada na região. Os eixos rodoviários do leste do Estado do Pará (PA-150 e BR-010) representavam 12% da produção cada um. A Rodovia Transamazônica (que se estende de Marabá, no Pará, até Humaitá, no Amazonas) contribuía com apenas 5% da madeira processada. O restante (13%) estava disperso no noroeste do Mato Grosso, sul de Rondônia e em Roraima. (Lentini, Veríssimo, & Pereira, 2005)

A pesquisa científica sobre a atividade madeireira na Amazônia Legal está voltada principalmente para a questão do desmatamento da floresta e visa, geralmente, propor mecanismos que minimizem os custos ambientais de tal atividade tornando-a uma atividade sustentável. Um trabalho interessante, voltado para a questão da eficiência na extração de madeira na Amazônia Legal foi realizado por Vidal et al. (1997), no qual os autores concluem que o uso de técnicas adequadas de manejo florestal poderia aumentar consideravelmente a

eficiência na extração e processamento de madeira. O planejamento adequado de extração de madeira, treinamento dos trabalhadores, investimentos em máquinas e equipamentos mais modernos e o uso de técnicas adequadas de estocagem possibilitariam a produção de uma mesma quantidade de madeira a partir de uma área 47,5% menor que a área usual. Além disso, proporcionariam um lucro 13% maior para a atividade, mesmo levando em conta um aumento de custos de mão de obra<sup>4</sup>.

O trabalho de revisão de literatura de Weaver citado em (Uhl, et al., 1997) chegou à conclusão de que apenas 3% dos trabalhos pesquisados abordavam o manejo florestal e os estudos políticos e econômicos eram praticamente inexistentes. Praticamente inexistem também trabalhos com respeito à eficiência logística da distribuição de madeira amazônica para seus principais demandantes. Desta forma, o objetivo central deste trabalho é propor, através de técnicas de programação linear, um modelo matemático de minimização dos custos de transporte entre as principais praças madeireiras, os portos e os principais países que compõem a demanda de madeira amazônica.

### 3 METODOLOGIA E BASE DE DADOS

Uma vez determinado o objetivo central, adotou-se neste trabalho uma forma de modelagem matemática normativa: a programação linear. Esta técnica, que consiste na “resolução de um sistema de equações lineares via inversões sucessivas de matrizes”, (CAIXETA FILHO, 2012), propagou-se principalmente com o uso desta metodologia para dar subsídios à tomada de decisão em relação à distribuição ótima de tropas entre as diversas frentes de batalha na Segunda Guerra Mundial. De acordo com Caixeta Filho (2012), “ao resultado desse esforço de pesquisa, concluído em 1947 e publicado posteriormente (DANTZIG, 1963), deu-se o nome de *Método Simplex*”, que vem sendo o algoritmo mais usado e citado para a resolução de problemas de programação linear. Ainda de acordo com Caixeta Filho (2012), os passos a serem seguidos para a resolução deste tipo de problema, seja qual for o algoritmo utilizado, são os que seguem:

1. Definição de um objetivo básico: no caso deste trabalho é definida uma função Custo de Transporte, que representa a função objetivo do problema e a otimização diz respeito à minimização deste custo;

---

<sup>4</sup> Considerando-se um salário duas vezes maior a ser pago pela mão de obra mais qualificada.

2. Definição das variáveis de decisão: são os fluxos de madeira tropical transportados, primeiramente, entre cada praça madeireira para cada porto e, posteriormente, entre cada um dos portos até os países importadores;
3. Definição das restrições do problema: as restrições consistem da capacidade produtiva das praças madeireiras, capacidade de movimentação dos portos, demandas dos países importadores e inexistência de estoques armazenados nos portos.

Outra característica essencial desta metodologia está relacionada à linearidade das relações entre as variáveis. Neste caso é assumida a premissa de que todas essas relações sejam lineares. Esta é uma premissa razoável, uma vez que se espera que os custos de transporte rodoviário e marítimo sejam funções lineares das quantidades transportadas de madeira. Em outras palavras, a inclinação do custo de transporte em função da quantidade transportada é sempre constante. Dessa forma, pode-se representar o custo, em função da quantidade transportada, como uma reta, onde o intercepto de cada rota pode variar de acordo com o valor e quantidade de pedágios existentes.

### 3.1 Base de dados

Com o interesse de tornar o modelo mais próximo da realidade, os dados utilizados foram os mais atuais encontrados, em grande parte, referentes ao ano de 2012 e, dada a indisponibilidade de dados mais recentes, em alguns casos foram utilizados dados referentes a períodos anteriores. A coleta de dados realizada para este trabalho limitou-se às seguintes variáveis, que servirão como parâmetros para a determinação das variáveis de decisão:

- Capacidade produtiva das praças madeireiras: esta coleta foi realizada a partir da base de dados georreferenciados do IMAZON (*imazongeo*). No total são 15 praças madeireiras, conforme demonstrado na Figura 1, todavia os dados disponíveis são referentes a apenas 10 praças que seguem: Alta Floresta, Altamira, Boa Vista, BR-163, Costa Marques, Cujubim, Manaus, Rio Branco, Sinop e Vilhena. Para se obter a capacidade produtiva de cada praça madeireira foi considerada uma taxa de extração de madeira em tora de 30m<sup>3</sup>/ha e a taxa de conversão de madeira em tora em madeira serrada para exportação de 32%, conforme Vidal et al. (1997). Também foram coletados os custos de transporte para a madeira posta no pátio para cada praça. Os dados são ilustrados na Tabela 7, no anexo.
- Localização das praças madeireiras e portos: para determinar a localização da praça foi considerado o município que dá nome a cada praça. O mesmo critério foi utilizado

para determinar a localização dos portos. Duas modificações foram necessárias: para a praça de Cujubim o município que determina sua localização é Porto Velho - RO e para a praça BR-163 o município é Santarém – PA.

- Capacidade dos portos: a capacidade de movimentação de madeira de cada um dos portos foi definida como a quantidade máxima movimentada no período de 2000 a 2012. Os portos foram selecionados com base no critério de maior movimentação no ano de 2012 e seguem: Belém, Fortaleza, Itajaí, Macapá, Manaus, Paranaguá, Rio Grande, Rio de Janeiro, Santana, Santarém, Santos e São Francisco do Sul. Os dados foram coletados da base do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior – *Aliceweb*/MDIC.
- Demanda dos países: foi definida como a quantidade de madeira com origem na região da Amazônia Legal e importada pelos países selecionados no ano de 2012, quais sejam: Estados Unidos, França, Holanda, China, Bélgica, Índia, Japão, Turquia, Alemanha, Canadá, Portugal, Venezuela, Itália, Dinamarca, Reino Unido<sup>5</sup>, Argentina, Israel, Honduras, México, Jamaica, República Dominicana e Nova Zelândia. Os países foram classificados de acordo com o valor importado no ano de 2012 e representam aproximadamente 95% das exportações de madeira da Amazônia Legal. Os dados referentes às demandas de cada país podem ser visualizados na Tabela 9, no anexo.
- Custo de transporte entre praças e portos: o custo de transporte entre as *i* praças e os *j* portos foi obtido a partir do roteirizador MAPEIA, disponível na página eletrônica [www.mapeia.com.br](http://www.mapeia.com.br). Este roteirizador leva em conta a relação de consumo de combustível em km/l (2 km/litro), o preço do combustível (R\$2,10/litro – considerando o óleo diesel), a distância entre os municípios e a quantidade e valor dos pedágios. Este roteirizador não permite a seleção do tipo de veículo e, portanto, considera os custos de pedágio para um veículo de passeio (2 eixos). Esta limitação afeta os resultados no sentido de subestimar os custos de transporte nas regiões onde os pedágios são mais frequentes e relativamente mais caros (Sul e Sudeste do Brasil). No entanto, conforme ilustrado pela Figura 4, os principais eixos de transporte de madeira amazônica estão concentrados nas regiões Norte, Nordeste e Centro Oeste do Brasil e, portanto, as rotas no sentido Sul e Sudeste possuem menor relevância para a atividade madeireira da Amazônia. A matriz de custos de transporte entre praças e portos pode ser visualizada na Tabela 10, no anexo deste trabalho.

<sup>5</sup> Considerando Escócia, Inglaterra, Irlanda do Norte e País de Gales como um único país importador.

- Custo de transporte entre os portos brasileiros e os portos dos países importadores: a matriz de custos de transporte marítimo entre os portos e os países importadores foi construída a partir do roteirizador Transit Time, disponível no website [www.searates.com/reference/portdistance](http://www.searates.com/reference/portdistance), que calcula a distância marítima entre os portos de diversos países do mundo. A estimativa de custos de transporte foi construída a partir das distâncias entre os portos brasileiros selecionados e os portos dos países importadores, atribuindo-se um custo de transporte marítimo de US\$0,05/m<sup>3</sup>.km de madeira em tora. Este custo está baseado nos dados do IMAZON para transporte fluvial de madeira em tora, servindo como uma proxy para o custo de transporte marítimo efetivo, e foi convertido para a moeda nacional pela taxa de câmbio de venda média de 2012 (IPEADATA), resultando em um custo de transporte de R\$0,09773/m<sup>3</sup>.km. A matriz de custos de transporte marítimo pode ser visualizada na Tabela 11 no anexo deste trabalho.

### 3.2 Modelo de programação linear

O modelo proposto neste trabalho tem como objetivo a minimização do custo de transporte de madeira desde as florestas de origem até os países de destino final passando pelos portos. São propostos dois cenários distintos, que são diferenciados pelas eq. (2.a) e (2.b): no primeiro cenário considera-se uma participação das exportações de 10% do total de madeira disponível; no segundo cenário supõe-se que as exportações representam 20% deste total. O modelo pode ser formalizado conforme a seguir:

$$\text{Min } W = \sum_i \sum_j (e_i + d_i) x_{ij} + \sum_j \sum_k f_{jk} z_{jk} \quad (1)$$

Sujeito às restrições:

$$\sum_j x_{ij} \leq \frac{1}{30} \cdot 0,1 \cdot A_i \quad (2.a)$$

$$\sum_j x_{ij} \leq \frac{1}{30} \cdot 0,2 \cdot A_i \quad (2.b)$$

$$\sum_j x_{ij} \leq B_j \quad (3)$$

$$\sum_k z_{jk} - \sum_i x_{ij} = 0 \quad (4)$$

$$\sum_j z_{jk} = C_k \quad (5)$$

$$\forall i = 1, 2, \dots, 10; j = 1, 2, \dots, 12; k = 1, 2, \dots, 22$$

Onde:

$e_i$  é o custo do transporte de madeira da floresta até o pátio de estocagem da praça  $i$ ;

$d_i$  é o custo de transporte de madeira da praça  $i$  até o porto  $j$ ;

$x_{ij}$  é a quantidade de madeira transportada da praça  $i$  até o porto  $j$ ;

$f_{jk}$  é o custo de transporte de madeira do porto  $j$  até o país  $k$ ;  
 $z_{jk}$  é a quantidade de madeira transportada do porto  $j$  até o país  $k$ ;  
 $A_i$  é a capacidade produtiva da praça  $i$ ;  
 $B_j$  é a capacidade de movimentação de madeira do porto  $j$ ;  
 $C_k$  é a demanda de madeira do país  $k$ .

A eq. (1) é a função objetivo (função custo), que será minimizada. O primeiro termo da expressão representa a soma dos custos de transporte de todas as  $i$  praças até os  $j$  portos, ponderados pelos  $i$  custos de transporte da floresta até o pátio de cada praça madeireira. O segundo termo representa os custos de transporte marítimo dos  $j$  portos até os  $k$  países importadores.

As eqs. (2.a) e (2.b) representam a primeira restrição do problema de minimização e dizem respeito à capacidade produtiva de cada praça. Em primeiro lugar a restrição apresenta o termo multiplicativo (1/30), que representa o ciclo de produção da madeira tropical. De acordo com IMAZON (2010) e Uhl et al. (1997), utilizando-se de técnicas adequadas de manejo, o segundo corte de madeira pode ser realizado 30 anos após o primeiro corte. Portanto, para manter uma produção sustentável de madeira, a exploração total de cada praça deve ser escalonada de acordo com o período do ciclo; este é o objetivo deste termo multiplicativo: garantir uma solução de mínimo custo em que a exploração da madeira ocorra de forma sustentável. O segundo termo distingue os dois cenários considerados. Conforme apontado por Lentini, Veríssimo & Pereira (2005), até 2004 a parcela de madeira amazônica destinada à exportação era bastante expressiva (14% em 1998 e 36% em 2004). No entanto, com o maior dinamismo do mercado interno e a redução de demanda externa causada pela crise econômica mundial de 2008 reduziu a participação da demanda externa para pouco menos de 6% em 2012 (OIMT, 2012). Desta forma, os cenários escolhidos tem o objetivo de aproximar-se de uma situação de recuperação da demanda externa pós-crise. No primeiro caso, eq. (2.a), leva-se em conta a parcela destinada à exportação de até 10% do total de madeira disponível; no segundo cenário, eq. (2.b), considera-se uma parcela de até 20% do total comercializado.

Não foram levadas em conta neste modelo, devido à indisponibilidade de dados, restrições referentes à quantidade de mão de obra e disponibilidade de equipamentos necessários para a realização da atividade madeireira em cada praça. Considera-se, desta forma, que capital e trabalho não sejam limitantes da atividade madeireira nas praças selecionadas.



A eq. (3) diz respeito à capacidade dos portos brasileiros. Ela atende à condição de que a quantidade transacionada entre todas  $i$  as praças e um porto  $j$  deve ser, no máximo, igual à capacidade de movimentação deste porto,  $B_j$ .

A eq. (4) explicita a condição de que o porto é apenas um ponto de passagem da mercadoria, eliminando a possibilidade de manter estoques de madeira nos portos. Em outras palavras ela implica que toda a mercadoria que entra no porto será, necessariamente, transportada até o destino final. A eq. (5) implica que todas as demandas dos países importadores serão atendidas.

O software utilizado para a resolução do problema é o *General Algebraic Modeling System* (GAMS), versão 24.2.2. Sua versão demonstrativa está disponível em <http://www.gams.com/>.

#### 4 RESULTADOS

O primeiro bloco de resultados diz respeito aos fluxos de madeira entre praças e portos. De acordo com a solução resultante do modelo oito entre as dez praças estariam em operação considerando-se o primeiro cenário. As duas únicas praças que não entram na solução são Boa Vista e Rio Branco. Um ponto de destaque é a concentração de fluxos para o porto de Belém. Todas as praças enviam madeira para o porto de Belém, demonstrando que o uso deste porto está associado a menores custos de transporte.

As rotas que se mostraram inviáveis são as que se destinam aos portos de Itajaí, Manaus, Paranaguá, Santarém, Santos e São Francisco do Sul. Os portos localizados mais ao Sul do Brasil apresentam uma desvantagem relacionada à distância das praças madeireiras, além de um maior custo de pedágios. No caso dos portos de Manaus e Santarém, mesmo que sejam mais próximos às regiões produtoras, concorrem com o porto de Belém, que foi o porto que se mostrou o mais viável para o escoamento da produção.

A única praça atuante que apresenta folga na produção de madeira é Cujubim. As outras praças viáveis operam com 100% de sua capacidade disponível para exportação, considerando-se o cenário 1. De acordo com a análise de sensibilidade, ilustrada na Tabela 4, as praças mais estratégicas para a ampliação do aumento de capacidade exportadora são BR-163 e Sinop, cujos respectivos preços-sombra são de R\$-28.840,00 e R\$-23.210,00 no transporte entre praças e portos.

Com relação ao cenário 2, com a possibilidade de destinação de uma parcela maior para a exportação (20%) ocorre maior concentração da exploração de madeira em um número menor de praças. As quatro praças que estariam em operação destinariam madeira para os

mesmos portos do cenário 1. As praças mais estratégicas para aumento da exploração também são as mesmas, BR-163 e Sinop, com preços-sombra iguais a R\$-18.150,00 e R\$-12.520,00, respectivamente.

**Tabela 2 – Fluxos ótimos entre praças madeireiras e portos (milhares de m³) – cenário 1**

Cenário 1	Alta Floresta	Altamira	BR-163	Costa Marques	Cujubim	Manaus	Sinop	Vilhena
Belém	194,24	136,97	370,32	31,68	13,34	78,84	106,06	96,55
Fortaleza	-	-	-	-	-	-	1,2	-
Macapá	-	-	3,26	-	-	-	-	-
Rio Grande	-	-	-	18,35	-	-	-	-
Rio de Janeiro	-	-	-	49,78	-	-	-	-
Santana	-	-	3,61	-	-	-	-	-

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados

**Tabela 3 – Fluxos ótimos entre praças madeireiras e portos (milhares de m³) – cenário 2**

Cenário 2	Altamira	BR-163	Sinop	Vilhena
Belém	67,18	747,51	213,31	-
Fortaleza	-	-	1,2	-
Macapá	-	3,26	-	-
Rio Grande	-	-	-	18,35
Rio de Janeiro	-	-	-	49,78
Santana	-	3,61	-	-

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados.

**Tabela 4 – Análise de sensibilidade das praças**

Praça	Cenário 1			Cenário 2		
	Nível	Máx.	Preço sombra	Nível	Máx.	Preço sombra
Alta Floresta	194,24	194,24	-2,00	-	388,48	-
Altamira	136,97	136,97	-10,69	67,18	273,94	-
Boa Vista	-	164,28	-	-	328,57	-
BR 163	377,19	377,19	-28,84	754,39	754,39	-18,15
Costa Marques	99,81	99,81	-2,16	-	199,62	-
Cujubim	13,34	215,05	-	-	430,10	-
Manaus	78,84	78,84	-1,39	-	157,69	-
Rio Branco	-	98,43	-	-	196,86	-
Sinop	107,26	107,26	-23,21	214,51	214,51	-12,52
Vilhena	96,55	96,55	-6,71	68,13	193,10	-

Fonte: Elaboração própria com base nos resultados.

O segundo bloco de resultados refere-se aos fluxos de madeira entre os portos brasileiros e os portos dos países importadores. Como alguns portos não receberam madeira das praças pelo resultado anterior, necessariamente não enviarão madeira para os países importadores. O resultado de maior destaque é que excluindo os portos de Belém e Rio Grande, todos os demais portos atuantes teriam o objetivo de atender demandas específicas,

uma vez que esses dois são os únicos que escoam madeira para mais de um país. Este segundo bloco também enfatiza os gargalos portuários para o escoamento de mínimo custo. O porto de Macapá, por exemplo, mesmo funcionando em sua capacidade máxima, não seria capaz de atender toda a demanda do Japão. Parte da demanda japonesa seria atendida pelo porto de Belém. Os portos que atuariam com capacidade de movimentação máxima são Fortaleza, Macapá e Santana. Aumentos marginais na capacidade desses portos resultariam em reduções do custo total de transporte de R\$33.760,00, R\$24.130,00 e R\$20.660,00, respectivamente.

**Tabela 5 – Fluxos ótimos entre portos brasileiros e dos países importadores em milhares de m<sup>3</sup>**

	Belém	Fortaleza	Macapá	Rio Grande	Rio de Janeiro	Santana
<b>EUA</b>	371,161	-	-	-	-	3,609
<b>França</b>	161,755	1,195	-	-	-	-
<b>Holanda</b>	78,44	-	-	-	-	-
<b>China</b>	74,45	-	-	-	-	-
<b>Bélgica</b>	70,88	-	-	-	-	-
<b>Índia</b>	-	-	-	-	49,78	-
<b>Japão</b>	46,389	-	3,261	-	-	-
<b>Turquia</b>	33,29	-	-	-	-	-
<b>Alemanha</b>	32,94	-	-	-	-	-
<b>Canadá</b>	25,22	-	-	-	-	-
<b>Portugal</b>	24,42	-	-	-	-	-
<b>Venezuela</b>	20,6	-	-	-	-	-
<b>Itália</b>	20,39	-	-	-	-	-
<b>Dinamarca</b>	17,93	-	-	-	-	-
<b>Reino Unido</b>	17,82	-	-	-	-	-
<b>Argentina</b>	-	-	-	17,34	-	-
<b>Israel</b>	16,41	-	-	-	-	-
<b>Honduras</b>	0,87	-	-	-	-	-
<b>México</b>	2,82	-	-	-	-	-
<b>Jamaica</b>	1,74	-	-	-	-	-
<b>Republica Dominicana</b>	10,48	-	-	-	-	-
<b>Nova Zelândia</b>	-	-	-	1,01	-	-

Fonte: Elaboração própria.

Tabela 6 - Análise de sensibilidade dos portos

	Nível	Máximo	Preço sombra
Belém	1028,01	22062,13	-
Fortaleza	1,20	1,20	-33,76
Itajaí	-	1193600,00	-
Macapá	3,26	3,26	-24,13
Manaus	-	418,69	-
Paranaguá	-	32164,15	-
Rio Grande	18,35	6096,60	-
Rio de Janeiro	49,78	368,76	-
Santana	3,61	3,61	-20,66
Santarém	-	164,10	-
Santos	-	62779,96	-
São Francisco do Sul	-	40335,29	-

Fonte: Elaboração própria.

A partir desta distribuição de fluxos de madeira entre praças, portos e países do primeiro cenário, chega-se a um resultado para a função objetivo de R\$1.016.807,00, que representa a solução de mínimo custo. Para o segundo cenário, menos restrito, chega-se a um valor para a função objetivo de R\$1.005.091,00. Considerando-se o valor total exportado de madeira da Amazônia Legal em 2012, R\$1.046,10 milhões, pode-se notar que os custos de transporte dados pela solução do modelo representariam por volta de 0,1% da receita total da atividade. Embora não existam informações sobre o custo médio efetivo de transporte para a exportação de madeira amazônica, sabe-se que este representa parcela importante da receita total, conforme citado no início do trabalho. A solução de mínimo custo apresentada pelo modelo reflete um custo de transporte que representa parcela bastante reduzida da receita total, ao contrário dos 3,5% estimados por Fleury (2004). Esse fato demonstra que o direcionamento dos fluxos de madeira sugeridos pelo modelo reduziriam significativamente os custos de transporte.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho procurou contribuir como um estudo logístico-econômico para o setor de exploração de madeira tropical na região da Amazônia Legal. Neste aspecto é relevante devido à escassez ou quase inexistência de trabalhos com o objetivo de esclarecer questões logísticas e econômicas e propor estratégias que tornem a distribuição do produto mais eficiente no sentido de minimizar seus custos.

Através dos resultados do modelo, observou-se a importância das praças madeireiras de Sinop e BR-163 como as mais viáveis para a expansão da atividade, além do porto de Belém como principal ponto de ligação entre as praças produtoras e os países demandantes.

Embora grande parte dos portos representem uma movimentação de madeira relativamente baixa se comparados ao porto de Belém, de acordo com a solução do modelo, eles possuem uma função estratégica no sentido de atender às demandas de determinados países. É interessante também observar os gargalos que existentes nos portos de Fortaleza, Macapá e Santana sugerem a necessidade de ampliação das capacidades de movimentação de madeira destes portos, que acarretaria na redução ainda maior dos custos de transporte. A análise de sensibilidade mostra qual o melhor rumo a ser seguido no sentido de se investir em novas capacidades, sejam elas produtivas ou portuárias.

Dada a escassez em trabalhos de cunho econômico e/ou logístico sobre a exploração e comercialização da madeira amazônica, este estudo procurou dar um primeiro passo no entendimento do tema a partir dessa abordagem. Como a estrutura logística brasileira é precária e dificulta o desenvolvimento de muitas atividades econômicas, entre elas a madeireira, sugere-se para pesquisa futura um aprofundamento nas questões relativas aos ganhos de eficiência no transporte em território nacional, seja por meio de melhoria da estrutura rodoviária brasileira, seja através da ampliação dos outros meios de transportes, como o ferroviário e hidroviário. Tais melhorias ajudariam a garantir a renda de grande parte da população amazônica e aumentaria a competitividade brasileira no mercado mundial.

## REFERÊNCIAS

ALICEWEB, Sistema de Análise das Informações de Comércio Exterior, Secretaria de Comércio Exterior, do Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio Exterior, **Exportações de Madeira, carvão vegetal e obras de madeira**, Disponível em: <http://aliceweb2.mdic.gov.br/>, Acesso em 06/12/2013.

CAIXETA FILHO, J. V., **Pesquisa operacional: técnicas de otimização aplicadas a sistemas agroindustriais**, ed. 2, São Paulo: Editora Atlas, 2012.

FLEURY, P. F. Gestão estratégica do transporte. **Revista da madeira**, Curitiba, ed. 81, junho 2004.

IMAZONGEO, **Geoinformação sobre a Amazônia**, Disponível em: <http://www.imazongeo.org.br/imazongeo.php>, Acesso em 07/12/2013.

IPEADATA, Base de dados do Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada, **Taxa de câmbio comercial para venda: real (R\$) / dólar americano (US\$) – média**, Disponível em <http://www.ipeadata.gov.br/>, Acesso em 12/12/2013.

LENTINI, M.; VERÍSSIMO, A.; PEREIRA, D. A expansão madeireira na Amazônia. **O Estado da Amazônia**, p. 1-4, 2005, maio 2005.

MACHADO, C. C.; PEREIRA, R. S.; SANT'ANNA, G. L. Estradas florestais: o fator determinante do transporte rodoviário florestal. **Revista da madeira**, Curitiba, v. 13, p. 52-54, jul. 2003.

MAPEIA, Roteirizador para cálculo de distâncias e valor de pedágios, Disponível em: <http://www.mapeia.com.br/>, Acesso em 13/12/2013.

ORGANIZACIÓN INTERNACIONAL DE LAS MADERAS TROPICALES. **Reseña anual e evaluación de la situación mundial de las maderas**. Yokohama: OIMT, 2012. 205 p.

PEREIRA, D.; SANTOS, D.; VEDOVETO, M.; GUIMARÃES, J.; VERÍSSIMO, A. **Fatos florestais da Amazônia**. Belém: IMAZON, 2010. 124 p.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO (SBF) & INSTITUTO DO HOMEM E MEIO AMBIENTE DA AMAZÔNIA (IMAZON), **A atividade madeireira na Amazônia brasileira: produção, receita e mercados**. Belém: SBF & IMAZON, 28 páginas, 2010.

SUDAM, Superintendência do Desenvolvimento da Amazônia, **Legislação sobre a criação da Amazônia Legal**, Disponível em: <http://www.sudam.gov.br/amazonia-legal>, Acesso em 09/12/2013.

TRANSIT TIME, Roteirizador para cálculo de distância marítima entre os portos dos países, Disponível em <http://www.searates.com/reference/portdistance/>, Acesso em 14/12/2013.

UHL, C.; BARRETO, P.; VERÍSSIMO, A.; BARROS, A. C.; AMARAL, P.; VIDAL, E.; SOUZA JR, C. Uma abordagem integrada de pesquisa sobre o manejo dos recursos naturais na Amazônia. **Série Amazônia**, Belém: IMAZON, v. 7, p. 1-30, 1997.

VIDAL, E.; GERWING, J.; BARRETO, P.; AMARAL, P.; JOHNS, J. Redução dos desperdícios na produção de madeira na Amazônia. **Série Amazônia**, Belém: IMAZON, v. 5, p. 1-20, 1997.



## ANEXO

**Tabela 7** – Capacidade produtiva e custo de transporte das praças madeireiras.

Praça	Madeira serrada - 1.000 m³	Custo de transporte até o pátio - R\$/m³
Alta Floresta	58271,56	61,2
Altamira	41090,31	69,35
Boa Vista	49284,68	62,54
BR 163	113157,7	43,5
Costa Marques	29943,31	43,45
Cujubim	64514,38	56,05
Manaus	23652,68	55,7
Rio Branco	29529,23	52,8
Sinop	32176,49	39,6
Vilhena	28964,92	47,08

Nota: o custo de transporte e a distância média para a praça de Manaus não é demonstrado em Vidal et AL (1997) e foi calculado como o produto do custo médio e a distância média das demais praças.

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados do Boletim de Preços de Madeira na Amazônia, Vidal et AL (1997) e IMAZONGEO.

**Tabela 8** – Capacidade de movimentação dos portos

Porto	Capacidade de movimentação - 1.000 m³
Belém	22.062,13
Fortaleza	1,20
Itajaí	119.362,12
Macapá	3,26
Manaus	418,69
Paranaguá	32.164,15
Rio Grande	6.096,60
Rio de Janeiro	368,76
Santana	3,61
Santarém	164,10
Santos	62.779,96
São Francisco do Sul	40.335,29

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados da base Aliceweb.

**Tabela 9** – Demanda de madeira amazônica por país

País	Demanda em 1.000 m³	País	Demanda em 1.000 m³
Estados Unidos	374,77	Venezuela	20,60
França	162,95	Itália	20,39
Holanda	78,44	Dinamarca	17,93
China	74,45	Reino Unido	17,82
Bélgica	70,88	Argentina	17,34
Índia	49,78	Israel	16,41
Japão	49,65	Honduras	0,87
Turquia	33,29	México	2,82
Alemanha	32,94	Jamaica	1,74
Canadá	25,22	República Dominicana	10,48
Portugal	24,42	Nova Zelândia	1,01

Fonte: Elaboração própria a partir da base de dados Aliceweb – MDIC

**Tabela 10** – Matriz de custos de transporte entre praças e portos – em R\$/m<sup>3</sup>\*

	AF	AM	BV	BR163	CM	CB	MN	RB	SN	VN
<b>Belém</b>	29,71	12,87	54,92	20,57	47,30	36,86	43,82	44,05	30,10	39,12
<b>Fortaleza</b>	47,72	26,78	68,83	34,48	56,26	507,71	57,73	57,97	38,70	47,72
<b>Itajaí</b>	38,41	49,86	72,65	52,56	47,20	49,00	61,55	56,11	34,19	39,04
<b>Macapá</b>	24,89	15,85	48,55	8,23	41,01	30,49	37,45	37,68	26,04	34,80
<b>Manaus</b>	32,52	30,98	11,08	29,32	23,08	12,56	0,71	19,76	32,12	22,53
<b>Paranaguá</b>	36,94	47,50	71,18	51,09	45,73	47,53	60,09	54,64	32,72	37,58
<b>Rio Grande</b>	43,81	62,54	78,06	57,50	52,61	54,40	66,96	61,51	39,61	44,45
<b>Rio de Janeiro</b>	39,02	43,07	73,26	49,96	47,82	49,61	62,17	56,72	34,80	39,66
<b>Santana</b>	24,83	15,80	48,49	8,17	40,95	30,43	37,40	37,63	25,98	34,75
<b>Santarém</b>	16,76	7,73	40,41	0,71	32,88	22,36	29,32	29,56	17,91	26,67
<b>Santos</b>	34,20	42,70	68,44	48,83	43,00	44,79	57,35	51,90	29,98	34,84
<b>São Fco do Sul</b>	37,85	49,31	72,10	52,01	46,65	48,44	61,00	55,55	33,64	38,49

Nota: AF – Alta Floresta; AM – Altamira; BV – Boa Vista; CM – Costa Marques; CB – Cujubim; MN – Manaus; RB – Rio Branco; SN – Sinop; VN – Vilhena.

\*Considerando como meio de transporte um caminhão com capacidade de transportar 74 m<sup>3</sup> de madeira.

Fonte: Elaboração própria a partir do roteirizador MAPEIA

Tabela 11 – Matriz de custos entre portos e países – em R\$/m³

	Belém	Fortaleza	Itajaí	Macapá	Manaus	Paranaguá	Rio Grande	Rio de Janeiro	Santana	Santarém	Santos	São F. do Sul
<b>EUA</b>	576,77	670,88	1.007,95	564,99	693,19	1.000,55	1.067,28	939,02	568,51	619,35	972,56	1.002,49
<b>França</b>	731,23	688,87	965,75	736,97	865,17	958,35	1.025,08	896,82	740,50	791,34	930,36	960,29
<b>Holanda</b>	763,41	749,73	1.028,39	766,06	894,25	1.021,00	1.087,73	959,46	769,58	820,42	993,01	1.022,93
<b>China</b>	1.949,82	2.037,53	1.989,76	1.938,03	2.066,23	1.995,59	2.020,26	1.959,14	1.941,56	1.992,40	1.986,13	1.996,41
<b>Bélgica</b>	757,67	743,95	1.022,62	760,32	888,51	1.015,22	1.081,95	953,69	763,85	814,69	987,22	1.017,15
<b>Índia</b>	1.504,25	1.461,89	1.450,45	1.510,00	1.638,19	1.456,27	1.480,93	1.419,82	1.513,52	1.564,36	1.446,81	1.457,10
<b>Japão</b>	1.800,44	1.894,54	2.031,13	1.788,65	1.916,85	2.045,64	1.970,92	2.088,10	1.792,18	1.843,02	2.064,04	2.038,26
<b>Turquia</b>	972,74	930,39	1.207,26	978,48	1.106,68	1.199,86	1.266,59	1.138,33	982,01	1.032,86	1.171,87	1.201,80
<b>Alemanha</b>	803,66	789,98	1.068,65	806,30	934,50	1.061,24	1.127,98	999,71	809,83	860,67	1.033,25	1.063,19
<b>Canadá</b>	1.154,96	1.249,08	1.586,14	1.143,18	1.271,37	1.578,74	1.596,33	1.517,21	1.146,71	1.197,54	1.550,75	1.580,68
<b>Portugal</b>	600,82	558,47	838,34	606,76	734,95	830,94	897,67	769,41	610,28	661,12	802,95	832,87
<b>Venezuela</b>	276,59	370,70	707,76	264,80	393,00	700,36	767,09	638,83	268,33	319,17	672,37	702,30
<b>Itália</b>	758,12	715,76	992,64	763,87	892,06	985,25	1.051,98	923,71	767,40	818,23	957,25	987,18
<b>Dinamarca</b>	833,75	820,07	1.098,74	836,39	964,60	1.091,34	1.158,07	1.029,81	839,92	890,76	1.063,34	1.093,28
<b>Reino Unido</b>	724,97	727,59	1.006,26	726,42	854,61	998,85	1.065,58	937,32	729,95	780,78	970,86	1.000,79
<b>Argentina</b>	596,12	476,72	148,22	622,26	750,45	162,72	81,06	211,38	625,78	676,62	181,12	155,34
<b>Israel</b>	968,40	926,04	1.202,92	974,14	1.102,34	1.195,52	1.262,25	1.133,99	977,67	1.028,51	1.167,52	1.197,46
<b>Honduras</b>	493,17	587,28	924,35	481,38	609,58	916,94	983,67	855,41	484,91	535,75	888,95	918,89
<b>México</b>	594,28	688,39	1.025,46	582,49	710,69	1.018,05	1.084,78	956,52	586,02	636,87	990,06	1.020,00
<b>Jamaica</b>	403,11	497,22	834,29	391,32	519,52	826,88	893,62	765,35	394,86	445,70	798,89	828,83
<b>Rep. Dominicana</b>	328,29	422,41	759,47	316,51	444,71	752,07	818,80	690,54	320,04	370,88	724,08	754,01
<b>Nova Zelândia</b>	1.602,90	1.504,10	1.175,61	1.591,12	1.719,32	1.190,11	1.115,39	1.238,78	1.594,65	1.645,49	1.208,51	1.182,73

Fonte: Elaboração própria a partir do roteirizador Transit Time