Edição Especial V Congresso Brasileiro em Gestão do Ciclo de Vida | 2016 | 90-102

Contribuições para a adaptação de inventários de ciclo de vida de madeira serrada utilizada em estrutura de telhados no estado de São Paulo

Caroline Almeida Souza[1]
Raphael Jaquier Bossler Pigozzo[2]
Fernanda Belizario Silva[1]
Rachel Horta Arduin[3]
Luciana Alves de Oliveira[1]
Cláudia Echevenguá Teixeira[1]

Resumo

Este trabalho teve como objetivo desenvolver o inventário de ciclo de vida para madeira empregada na estrutura de telhado de edificações populares do Estado de São Paulo, com base na adaptação de inventários existentes na base de dados ecoinvent (versão 3.1) para a realidade da produção madeireira no Brasil. Considerou-se como sistema de produto a produção de 1m³ de madeira serrada de cambará proveniente de manejo florestal sustentável na Amazônia, desde a extração das toras até a peça de madeira serrada estocada em São Paulo. As informações nacionais foram obtidas da literatura. A despeito das semelhanças entre o sistema de produto da base ecoinvent e a realidade nacional na extração das toras na floresta, há diferenças referentes ao transporte até a serraria, ao desdobro das toras e à geração e destinação de resíduos: no Brasil, todas as etapas são executadas próximas à região de exploração, resultando em alterações no modelo de transporte, máquinas empregadas e resíduos gerados. Além disso, os valores de consumo de diesel e eletricidade apresentaram ordens de grandeza diferentes dos ICVs de referência. Com base nessa análise, conclui-se que a estrutura de dados dos ICVs existentes na base ecoinvent auxilia a construção de inventários nacionais e que a adaptação dos inventários é imprescindível para a realização de estudos de avaliação do ciclo de vida condizentes com as condições do Brasil. Entretanto, considerando as diferenças observadas, é recomendada a apuração dos índices de consumo nacionais por meio de verificação e coleta de dados inloco.

Palavras-chave: Inventário do ciclo de vida. Madeira serrada. Cambará.

1 Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo / **caroline@ipt.br**
2 Suzano Papel e Celulose
3 Arts et Métiers ParisTech, I2M, UMR 5295

Introdução

Devido à grande quantidade de dados necessária para desenvolver estudos de Avaliação de Ciclo de Vida (ACV), é comum a utilização de bases de dados de inventários do ciclo de vida (ICV) para obtenção de parte das informações. Entretanto, o sistema nacional de inventários de ciclo de vida (SICV) ainda se encontra em um estágio incipiente de desenvolvimento, com poucos dados, sendo necessário recorrer frequentemente a bases internacionais. O uso destas informações, contudo, depende da análise crítica dos ICVs disponíveis e de sua eventual adaptação, considerando-se o contexto em que o produto será empregado.

Assim, este trabalho tem como objetivo discutir o desenvolvimento de um inventário de ciclo de vida de madeira serrada empregada na estrutura de telhado de edificações populares no Estado de São Paulo, com base na adaptação de dados de ICVs de exploração florestal e de processamento de madeira em serraria existentes na base de dados ecoinvent (versão 3.1). Busca-se com este inventário modelar o sistema de produto da madeira proveniente de manejo sustentável da Amazônia, da espécie nativa cambará (Qualea spp), do berço (exploração florestal) ao portão (madeira serrada estocada em São Paulo). A escolha do sistema de produto se deve a um projeto de pesquisa em andamento, que visa estabelecer um método para avaliação do desempenho ambiental de produtos de construção com base em ACV.

Método

Inicialmente, foi feito um levantamento dos tipos de madeira serrada empregados nas estruturas de telhado de edificações populares do Estado de São Paulo, por meio de consulta a empresas construtoras, tendo sido identificados dois principais produtos com base na procedência da madeira: madeira serrada de cambará advinda de manejo florestal sustentável na

Amazônia; e madeira serrada de pinus advinda de floresta plantada no sul do Brasil. O presente trabalho aborda o sistema de produto da madeira da espécie nativa cambará.

Realizou-se então uma pesquisa bibliográfica em literatura nacional, para verificar a existência de informações de inventário de ciclo de vida desta espécie. Foram encontrados dados ambientais das operações de exploração florestal e de serraria, mas não organizados no formato de um ICV propriamente dito. Assim, realizou-se uma análise dos inventários de madeira serrada disponíveis na base de dados Ecoinvent versão 3.1, que pudessem ser utilizados como referência para a adaptação de dados de produção no Brasil. A escolha da base de dados ecoinvent se deve à apresentação dos ICVs de forma detalhada e à disponibilidade de metadados que subsidiam a compreensão do ICV e possibilitam a realização de alterações. Por meio da análise dos ICVs e do relatório *Life Cycle Inventories of Renewable Materials* (ALTHAUS et al., 2007), foram identificados os seguintes inventários de referência: para a exploração florestal *"roundwood, azobe from sustainable forest management, under bark [m3], RoW"* e para a serraria *"sawnwood, azobe from sustainable forest management, planed, air dried [m3], RoW"*. A escolha do ICV do azobe (Lophira alata) deveu-se ao fato de ser obtido em floresta tropical, por meio de manejo florestal com intensidade de manejo similar ao praticado no Brasil, além de utilizar o processo de secagem ao ar, também empregado no âmbito nacional.

A partir dos referidos inventários e de dados disponíveis na literatura, associados ao conhecimento de especialistas em madeira do IPT, realizou-se a adaptação dos inventários considerando como fronteira do estudo desde a Floresta Amazônica (Alta Floresta/MT) até o transporte para São Paulo/SP. O método para adaptação dos inventários é abordado em detalhes em Silva et al. (2015) e em Castro et al. (2015).

Resultados e discussões

A tabela 1 apresenta os dados do inventário adaptado para a produção de toras (exploração florestal) para a espécie nativa cambará, incluindo: os módulos de informação escolhidos do Ecoinvent para os processos a montante e a jusante; as quantidades dos fluxos calculadas com base na literatura nacional; e, na coluna de comentários, as informações utilizadas para cálculo dos fluxos.

Tabela 1: Madeira nativa: dados de inventário para produção de 1m³ de madeira de cambará em tora

Processo (módulo de informação ecoinvent)	Quantidade adaptada	Unid.	Comentários
ENTRADAS			
Transformation, to forest, extensive	8,66E+01	m2	300 t biomassa/ha (CAMPOS, 2012). Fator de expansão de biomassa para florestas tropicais BEF2=3,4, considerando a biomassa seca (IPCC, 2003). Densidade do cambará 764 kg/m³ (teor de umidade 0%) (ABNT, 1997).
Transformation, from forest, extensive	8,66E+01	m2	
Occupation, forest, extensive	6,49E+03	m2a	Área de transformação florestal apresentada acima, multiplicada pelo ciclo de corte de 75 anos.
Transformation, to traffic area, rail/ road embankment (processo inserido)	3,66E+02	m2	Considerou-se que 253 m² de solo são afetados, por árvore extraída, para a construção de estradas florestais, pátios de armazenamento de toras e trilhas de arraste, na exploração convencional (HOLMES et al., 2002). Volume de uma árvore 0,69 m3 (GARCIA, 2013).
Transformation, from traffic area, rail/ road embankment (processo inserido)	3,66E+02	m2	
Occupation, traffic area, rail/ road embankment (processo inserido)	2,74E+04	m2a	Área descrita anteriormente, multiplicada pelo ciclo de corte de 75 anos.
Energy, gross calorific value, in biomass	1,44E+04	MJ	Poder calorífico superior 19,42 MJ/kg (QUIRINO et al., 2005). Densidade básica do cambará 740 kg/m³ (SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO, 2016).
Wood, hard, standing	1,00E+00	m3	Volume da tora extraída sem casca. Teor de umidade 100%.

(Continua)

Tabela 1 (conslusão)

Carbon dioxide, in air	1,34E+03	kg	Quantidade de CO2 absorvida do ar por m³ de madeira. Teor de carbono na biomassa seca 49,4% (ALTHAUS et al., 2007). Densidade básica 740 kg/m³.
Diesel, burned in building machine	3,28E+01	MJ	Tratores de esteira e sobre rodas; consumo 0,91 L/m3 de tora (CAMPOS, 2012), poder calorífico inferior do diesel 10100 kcal/kg e densidade do diesel 0,852 kg/L (ANP, 2011).
Power sawing, without catalytic converter	9,81E-02	h	Consumo de gasolina da motosserra de 1,6 kg/h (ALTHAUS et al., 2007); consumo de gasolina de 0,21 L/m3 de tora extraída (CAMPOS, 2012), densidade da gasolina 0,747 kg/L.
Lubricating oil	3,65E-03	kg	Óleo utilizado na motosserra, na proporção de 1 parte de óleo p/ 50 partes de gasolina (CAMPOS, 2012). Densidade do óleo 0,87 kg/L. Consumo de gasolina descrito anteriormente.
SAÍDAS			
Produtos			
Madeira em tora de manejo sustentável, sem casca, Cambará {BR} (produto renomeado)	1,00E+00	m3	Dado elaborado pelo IPT com base em informações de literatura (teor de umidade 100%).
Emissões para o ar			
Carbon dioxide, non fossil (excluído)	-	kg	Os resíduos da biomassa no Brasil decompõem-se naturalmente (CAMPOS, 2012) e, por isso, as emissões da decomposição não foram contabilizadas. Além disso, não há emissão de material particulado na decomposição.
Dinitrogen monoxide (excluído)	-	kg	
Methane, non fossil (excluído)	-	kg	
Particulates, < 2.5µm (excluído)	-	kg	
Particulates, > 10µm (excluído)	-	kg	
Particulates, > 2.5µm e < 10µm (excluído)	-	kg	

De forma geral, observa-se que os processos de exploração florestal do azobe considerado na base ecoinvent e do cambará no Brasil são semelhantes. A seguir, são apresentadas algumas explicações mais detalhadas, relativas à adaptação do inventário para o processo de exploração florestal do cambará apresentado na tabela 1:

• O cálculo do uso, ocupação e transformação do solo seguiu o mesmo procedimento adotado pela base ecoinvent. Adotou-se o dado de Campos (2012) (300 t/ha) para a quantidade total de biomassa por hectare na Amazônia e o fator de expansão de biomassa do IPCC (2003) (3,4) para cálculo da biomassa comercializável, uma vez que há outras espécies que são exploradas comercialmente, além do cambará. Apesar disso, para a conversão da biomassa de toneladas para metros cúbicos, adotou-se apenas a densidade do cambará como referência (764 kg/m³);

• Considerou-se para o cambará o mesmo ciclo de corte do que o adotado para o azobe (75 anos). Embora Campos (2012) informe um ciclo de 30 anos, trata-se do valor mínimo estipulado pelo órgão regulador da exploração florestal (Ibama), o que não corresponde necessariamente ao que será praticado na realidade;

• No volume, não foi considerada a casca da árvore, porque o dado de entrada da madeira em tora obtido para a operação subsequente na serraria, proveniente de Garcia (2013), foi obtido para a madeira já sem a casca. Sendo assim, tanto o sequestro de carbono quanto a energia da biomassa da casca não foram calculados. Essa casca, no entanto, é retirada na serraria e queimada/decomposta, o que anula esse fluxo de carbono;

• O valor inventariado de consumo de óleo lubrificante para produção do azobe em tora é significativamente superior (mais de 200 vezes acima) ao obtido para o cambará (3,65x10-3 kg/m³). Não há informação detalhada dos equipamentos considerados na exploração do azobe, sendo que, do consumo total de óleo lubrificante, 85% referem-se à extração da árvore e 15% à construção de estradas florestais (ALTHAUS et al., 2007). Por sua vez, para a extração de cambará, foi considerado o uso de óleo lubrificante somente na motosserra para extração da árvore (corte), em proporção de 1:50 em relação à gasolina (CAMPOS, 2012);

• O consumo de diesel do azobe também é significantemente superior (aproximadamente 16 vezes) ao do cambará (32,8 MJ/m³), obtido em

levantamento em quatro empresas na Amazônia por Campos (2012). Imagina-se que essa diferença possa ser atribuída à construção de estradas, que é considerada na base ecoinvent, e não fica claro se é contemplada na literatura nacional. Além disso, parte dessa diferença pode ser atribuída à não consideração da casca no cálculo;

• Na exploração florestal do azobe, os resíduos do corte das árvores são queimados, gerando emissões atmosféricas; enquanto para o cambará, a biomassa destruída é abandonada na floresta e é biologicamente decomposta. Considera-se que as emissões atmosféricas decorrentes da decomposição do cambará ocorrem na natureza e, portanto, não são contabilizadas. Da mesma forma, não há emissão de material particulado pela inexistência da operação de queima no cenário nacional;

• Considera-se que o produto final desse processo, ou seja, a tora de cambará, tem umidade 100%, sendo que essa água é absorvida pela árvore da precipitação natural na floresta e, por isso, não foi declarada.

A tabela 2 mostra o inventário adaptado para operação da serraria para beneficiamento da tora de cambará, em formato semelhante ao adotado na tabela 1. Na sequência, apresenta-se a discussão desses resultados.

Tabela 2: Madeira nativa: dados de inventário para produção de 1m³ de madeira serrada de cambará

Processo (módulo de informação ecoinvent)	Quantidade adaptada	Unid.	Comentários
ENTRADAS			
Sawmill	Mantido	p	Ausência de informações específicas da serraria da Amazônia.
Tap water (excluído)	-	kg	Não há consumo de água de acordo com a literatura nacional.
Petrol (excluído)	-	kg	Não há consumo de petróleo de acordo com a literatura nacional.

(continua)

Tabela 2 (continuação)

Diesel, burned in building machine	1,63E+02	MJ	Consumo de diesel 2,9 L/t de biomassa seca em tora (CAMPOS, 2012); densidade da madeira 0,764 t/m3 (umidade 0%). Poder calorífico e densidade do diesel: tabela 1.
Heat, district or industrial, natural gas (excluído)	-	MJ	Fluxo não existente no processo brasileiro.
Electricity, medium voltage	1,41E+02	kWh	Equipamentos: guincho elétrico, carro porta-toras, serra fita, serra circular e serra circular destopadeira. Consumo energético de 90 kWh/t de biomassa seca em tora (CAMPOS, 2012).
Madeira em tora de manejo sustentável, sem casca, Cambará {BR} (produto alterado)	2,04E+00	m3	Rendimento na serraria na Amazônia 48,9%, sem a casca. Volume de entrada calculado c/ base no menor diâmetro da tora (GARCIA, 2013).
Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO3 (processo inserido)	2,75E+02	tkm	Transporte das toras da exploração florestal até a serraria na Amazônia de 90 km (CAMPOS, 2012); densidade 1,529 t/m3 (umidade 100%), retorno vazio.
Transport, freight, lorry 16-32 metric ton, EURO3 (processo inserido)	2,03E+03	tkm	Transporte da madeira serrada desde a serraria na Amazônia (Alta Floresta/ MT) até a serraria que a comercializa em São Paulo/SP (2307 km); densidade 0,879 t/m3, (umidade 15%), retorno cheio.
SAÍDAS			
Produtos			
Madeira serrada de manejo sustentável, Cambará {BR} (produto renomeado)	1,00E+00	m3	Dado elaborado pelo IPT com informações de literatura (umidade 15%). 377 kg de carbono por m³ de madeira a 15% de umidade.
Residual wood, dry (excluído)	-	m³	Foi considerada decomposição da madeira (emissões para o ar) e, portanto, não há resíduo.
Emissões para o ar			
Carbon dioxide, biogenic (processo inserido)	1,45E+03	kg	Queima e decomposição de resíduos da serraria.
Non-methane volatile organic compounds (excluído)	-	kg	Emissões da queima do diesel já são contabilizadas no respectivo módulo de informação na base ecoinvent.

(continua)

Tabela 2 (conclusão)

Water	2,41E+03	kg	Água da secagem da madeira serrada ao ar (umidade inicial 100%, final 15%) e da secagem, da queima e da decomposição natural de resíduos.
Emissões para a água			
Water (excluído)	0	m3	Não há emissão de efluentes da serraria de acordo com a literatura nacional.
Suspended solids (excluído)	0	kg	
Phenol (excluído)	0	kg	
Chemical Oxygen Demand (excluído)	0	kg	
Hydrocarbons, aliphatic, unsaturated (excluído)	0	kg	
Biological Oxygen Demand (excluído)	0	kg	
Total Organic Carbon (excluído)	0	kg	
Dissolved Organic Carbon (excluído)	0	kg	
Resíduos			
Municipal solid waste (excluído)	0	kg	Não há geração de resíduos de acordo com a literatura nacional.

Em relação à elaboração do inventário do processamento das toras de cambará na serraria, mostrado na tabela 2, apresentam-se as seguintes considerações:

• A base de dados ecoinvent considera uma etapa intermediária entre a exploração florestal e a serraria, para retirada da casca da árvore. Entretanto, no mesmo processo, denominado *"import of roundwood, azobe from sustainable forest management, CM, debarked"* inclui-se o transporte da tora da África até a Europa (onde está localizada a serraria). No caso do Brasil, a retirada da casca ocorre na serraria, que fica próxima ao local de exploração florestal na Amazônia;

• O volume de tora (entrada) considerado foi calculado com base no menor diâmetro da tora, conforme Garcia (2013), por ser esta a forma em que a madeira é comprada pelas serrarias na Amazônia. Entretanto, o volume real de tora é maior e, dessa maneira, o volume de toras considerado aqui está subestimado. Como os índices de consumo de eletricidade e diesel informados por Campos (2012) são para m³ de tora, esses valores também estão subestimados, assim como a massa de tora transportada até a serraria;

• O consumo de diesel para produção de 1m³ de madeira serrada de cambará é significativamente superior (mais de 7 vezes) ao valor referente ao azobe; enquanto o consumo de energia elétrica é apenas um pouco superior (aproximadamente 1,3 vezes). Os principais equipamentos usados em serrarias na Amazônia foram definidos cruzando-se dados de três serrarias localizadas no estado de Mato Grosso, conforme Silva e Coan (2008), Emer e Melz (2012) e Garcia (2013). O processo da base ecoinvent, por sua vez, refere-se a uma serraria da Holanda, porém não há detalhamento dos equipamentos utilizados. Entretanto, ao menos parte desta diferença pode ser explicada pela diferença de rendimento das serrarias na conversão de toras em madeira serrada: no processo da base ecoinvent, a taxa de conversão é de 1,3 (m³ tora/m³ de madeira serrada), enquanto no cambará é de 2,04, sem considerar a subestimação do volume da tora já relatada;

• Inseriram-se as operações de transporte da madeira serrada no ICV adaptado às condições nacionais, enquanto na base ecoinvent essas operações são modeladas em módulos específicos do tipo *"market activity"*;

• Em relação aos resíduos da serraria, 60% são queimados e 40% são abandonados para degradação natural (Campos, 2012). Optou-se, assim, por não considerar a destinação dos resíduos para aterro sanitário, por não ser condizente com a realidade do Brasil. Aplicaram-se cálculos estequiométricos para quantificar as emissões ao ar (água e CO2 biogênico) por combustão e digestão aeróbia da decomposição. Trata-se de uma simplificação, pois o processo real possivelmente envolve uma combinação de digestão aeróbia e

anaeróbia, com liberação de metano biogênico (CH4) no último caso. Além disso, como o volume de toras está subestimado, a quantidade real de resíduos seria maior, assim como as emissões atmosféricas;

• Para o cálculo das emissões de água para o ar para o cambará, considerou-se a evaporação de toda a água contida na madeira que se torna resíduo, com umidade inicial de 100%, além da água liberada pela reação de combustão da celulose, obtida por cálculos estequiométricos. As mesmas considerações feitas para as emissões atmosféricas dos resíduos se aplicam para as emissões de água;

• Quanto às emissões à água, não foram identificados efluentes no processamento da madeira na serraria na Amazônia na literatura consultada; enquanto na base ecoinvent, não há informações detalhadas sobre o processo gerador de efluente na serraria na Holanda. Sendo assim, estes fluxos foram zerados no inventário adaptado.

Conclusões

O processo de análise e adaptação dos inventários de exploração florestal e de beneficiamento em serraria para o sistema de produto madeira serrada mostra que, apesar de se tratarem de sistemas de produto semelhantes, há diferenças importantes entre os dados da base ecoinvent e os dados obtidos em literatura nacional, que extrapolam as características físicas (por exemplo, densidade) das espécies analisadas.

As principais diferenças foram observadas no consumo de diesel e energia elétrica: os valores obtidos para o cambará foram muito inferiores aos do azobe na etapa de exploração florestal, e apresentaram comportamento inverso na etapa da serraria, com valores bem acima dos registrados na base ecoinvent. Considerando-se a importância desses fluxos de energia para os resultados de impacto ambiental, fica evidente a necessidade de apuração dos dados para

que o inventário nacional tenha um grau de precisão adequado, por meio, por exemplo, de verificações *inloco*, uma vez que os dados de literatura foram apenas declarados por fornecedores.

Outra diferença observada foi relativa aos resíduos: na exploração florestal do cambará, a biomassa não aproveitada é abandonada na floresta, decompondo-se naturalmente, diferentemente do que ocorre no contexto do ICV da base de dados ecoinvent, onde os resíduos gerados são queimados, o que leva a uma quantidade menor de emissões diretas (ainda que biogênicas) para o inventário nacional. Na serraria do Brasil, entretanto, há grande geração de resíduos de madeira em função da baixa taxa de conversão de madeira em tora para madeira serrada, sendo os resíduos queimados ou deixados para decomposição, gerando emissões atmosféricas.

Considera-se, portanto, que o uso da estrutura de inventários de ciclo de vida disponível na base de dados ecoinvent configura um bom ponto de partida e ajuda na organização dos dados de inventário nacionais. Além disso, o uso de dados de literatura é especialmente interessante para o sistema de produto em questão, dada a dificuldade de obtenção de dados primários, já que a matéria-prima é explorada na Floresta Amazônica. Entretanto, as discrepâncias observadas entre as informações da base ecoinvent e da literatura nacional são muito grandes e, portanto, recomenda-se a obtenção de novos dados visando à elaboração do inventário nacional de madeira serrada de cambará, o que também supriria algumas lacunas de dados observadas, como, por exemplo, a emissão de material particulado e efluentes na serraria.

Agradecimentos

À Fundação de Apoio ao IPT (Fipt), pelo financiamento da pesquisa.

Ao Dr. Marcio Augusto Rabelo Nahuz *(in memoriam)*, pela contribuição científica a esta pesquisa.

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DO PETRÓLEO. Fatores de conversão, densidades e poderes caloríficos inferiores. São Paulo: ANP, 2011. [online] [accessed 28 june 2016]. Available from: http://www.anp.gov.br/?dw=60993.

ALTHAUS, Hans-Jörg, et al. Life Cycle Inventories of Renewable Materials. Ecoinvent Report 21. St. Gallen: The Ecoinvent Centre, 2007.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 7190: projeto de estruturas de madeira. Rio de Janeiro: ABNT, 1997.

CAMPOS, Érica Ferraz de. Emissão de CO2 da madeira serrada da Amazônia: o caso da exploração convencional. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012.

CASTRO, Alessandra L., et al. Análise da viabilidade técnica da adaptação de dados internacionais de inventário de ciclo de vida para o contexto brasileiro: um estudo de caso do concreto para paredes moldadas no local. In Anais do Congresso Brasileiro do Concreto. 2015.

EMER, Odete Maria Pilati and MELZ, Laércio Juarez. Análise dos custos de extração e transformação de madeira em Cotriguaçú-MT: estudo de caso. Revista UNEMAT de Contabilidade, 2012, vol. 1, nº1, p. 1-21.

GARCIA, Felipe Manente. Rendimento operacional de uma serraria com a espécie Cambará (Qualea albiflora Warm.) na região Amazônica. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista "Júlio De Mesquita Filho, Botucatu, 2013.

HOLMES, Thomas. P., et al. Custos e benefícios financeiros da exploração florestal de impacto reduzido em comparação à exploração florestal convencional na Amazônia Oriental. Belém do Pará: Fundação Floresta Tropical, 2002.

INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Good practice guidance for land use, land-use change and forestry. Geneve: IPCC, 2003.

QUIRINO, Waldir F. et al. Poder calorífico da madeira e de materiais ligno-celulósicos. Revista da Madeira, 2005, vol. 89, nº 100, p. 100-106.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. Banco de dados: madeiras brasileiras. [online] [accessed 28 june 2016]. Available from: http://sistemas.florestal.gov.br/madeirasdobrasil/caracteristicas.php?ID=215&caracteristica=311

SILVA, Fernanda Belizario et al. Development of a method for adapting international LCI data for Brazilian building products. In Proceedings of the Sixth International Conference on Life Cycle Assessment, 2015, p. 21-27.

SILVA, Maria Glasiela and COAN, Fernanda Mosseline Josende. Aplicação de métodos de custeio na indústria madeireira. Contabilidade & Amazônia, 2008, vol. 1, nº 1, p. 33-42.