



## Estimativa da geração de resíduos florestais no Brasil

Taison Anderson Bortolin<sup>1</sup>, Andreia Cristina Trentin<sup>2</sup>, Denise Peresin<sup>3</sup>, Vania Elisabete Schneider<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Instituto de Saneamento Ambiental/ Universidade de Caxias do Sul (tabortol@ucs.br)

<sup>2</sup> Instituto de Saneamento Ambiental/ Universidade de Caxias do Sul (actrent@ucs.br)

<sup>3</sup> Instituto de Saneamento Ambiental/ Universidade de Caxias do Sul (dperesin@ucs.br)

<sup>4</sup> Instituto de Saneamento Ambiental/ Universidade de Caxias do Sul (veschnei@ucs.br)

### Resumo

A cadeia produtiva com base no setor florestal constitui uma atividade econômica complexa e diversificada de produtos e aplicações energéticas e industriais. Esta cadeia de produção ainda apresenta pouca eficiência nos processos, originando diversos resíduos que muitas vezes apresentam destinação inadequada. Diante disso, este trabalho visa apresentar a estimativa da geração de resíduos oriundos do setor florestal brasileiro (extrativismo e silvicultura), considerando apenas os resíduos oriundos de produtos madeireiros. Os cálculos foram realizados por estados e regiões com base nos dados disponibilizados pelo IBGE relativos à Produção da Extração Vegetal e Silvicultura no ano de 2010. Os resultados demonstram que a geração de resíduo da cadeia florestal para o Brasil em 2010 foi equivalente a 87.840.218,78 m<sup>3</sup>. A região Sul apresentou a maior geração de resíduo com valor estimado de 31.609.453,07 m<sup>3</sup> (35,99%), seguida da Sudeste (26,33%) e Norte (15,48%). Em relação aos estados, São Paulo apresentou a maior geração, estimado em 16.290.298,85 m<sup>3</sup>, seguido dos estados de Paraná, Santa Catarina, Bahia, Pará e Minas Gerais. Entretanto, a complexidade do setor e a ausência de informações associadas a poucos estudos realizados até então, torna necessário o refinamento dos dados, com informações mais precisas da geração por estado e região.

Palavras-chave: Resíduo Florestal, Diagnóstico Setor Florestal, Silvicultura, Extrativismo.

Área Temática: Tema I – Resíduos Sólidos

### Abstract

*The supply chain based in forestry sector constitutes a complex and diversified economic activity of products, energetic and industries applications. This supply chain still presents currently inefficient processes yielding several wastes which often present inadequate allocation. Given this, this work aims presents the estimation of waste generation from the forest sector (extraction and forestry), considering only the wastes originated of wood products. Calculations were performed by states and regions based in datas available by the IBGE relative on the Production of Vegetable Extraction and Silviculture in 2010. The results show that waste generation chain forestry for Brazil in 2010 was equivalent to 87,840,218.78 m<sup>3</sup>. The Southern region presented the largest waste generation estimated in 31,609,453.07 m<sup>3</sup> (35.99%), following by Southeast (26.33%) and North region (15.48%). In relationship to states, São Paulo presented the largest generation, estimated at 16,290,298.85 m<sup>3</sup>, following by Paraná, Santa Catarina, Bahia, Pará and Minas Gerais states. However, the complexity of sector and absence of information associated with few studies performed, becomes necessary refinement of the data, with information more accurate about generation by state and region.*

Key words: Forestry residue, Forest Sector Diagnosis, Forestry, Extractive.

Theme Area: Solid Waste



## 1 Introdução

O setor florestal, especialmente da silvicultura, tem sido um dos setores da economia brasileira com maior crescimento nos últimos anos. A atividade da silvicultura se ocupa do estabelecimento, desenvolvimento e da reprodução de florestas, visando múltiplas aplicações, tais como: a produção de madeira, o carvoejamento, a produção de resinas, a proteção ambiental, entre outros. (IBGE, 2009).

O uso da madeira advinda da silvicultura ganha destaque no momento que a preocupação com o meio ambiente e as diversas formas de vida tornaram-se parte do cotidiano e atividades das empresas. Atualmente os produtos silvícolas são utilizados como fonte energética, lenha para carvoarias e indústrias siderúrgicas, como matéria-prima para indústrias moveleiras, de papel e celulose, construção civil, entre outras finalidades. Contribuem para estes produtos a madeira oriunda do extrativismo, o qual é o processo de exploração dos recursos vegetais nativos de forma primitiva e itinerante (IBGE, 2009).

Assim como na maioria das atividades produtivas, o setor florestal apresenta perdas no processo produtivo, desde o corte da árvore até seu processamento em indústrias primárias e secundárias. Grandes quantidades de sobras de menor valor comercial são produzidas, chamados tradicionalmente de resíduos. Conforme a Lei 12.305 (BRASIL, 2010), os resíduos florestais se enquadram na classificação de resíduos agrosilvopastoris, ou seja, resíduos que são gerados nas atividades agropecuárias e silviculturais, incluídos os relacionados a insumos utilizados nessas atividades. Segundo Nolasco (2000) resíduo florestal é todo e qualquer material proveniente da colheita ou processamento da madeira e de outros produtos florestais que permanece sem utilização definida durante o processo, por limitações tecnológicas ou de mercados, sendo descartado durante a produção.

A instituição da Política Nacional de Resíduos Sólidos e a preocupação na definição do diagnóstico da geração de resíduos no Brasil e prognósticos de reutilização e descarte, torna necessária a quantificação da geração dos resíduos.

A cadeia produtiva com base no setor florestal constitui uma atividade econômica complexa e diversificada de produtos e aplicações energéticas e industriais. Esta cadeia de produção apresenta pouca eficiência nos processos, originando diversos resíduos que muitas vezes possuem destinação inadequada.

Diante disso, este trabalho visa apresentar a estimativa da geração de resíduos oriundos do setor florestal brasileiro (extrativismo e silvicultura), cujos dados poderão ser úteis na determinação de regiões prioritárias para desenvolvimento de ferramentas de gestão e gerenciamento de resíduos, as quais englobem políticas e técnicas de reutilização, a fim de reduzir o impacto provocado por resíduos oriundos do setor florestal. Este trabalho faz parte do diagnóstico nacional de resíduos sólidos elaborado para o Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA), utilizado como subsídio para elaboração da proposta preliminar do Plano Nacional de Resíduos Sólidos.

## 2 Metodologia

Para estimativa do quantitativo de resíduos gerados na cadeia produtiva florestal brasileira, considerou-se apenas os resíduos oriundos de produtos madeireiros. A seguir está exemplificada a metodologia empregada nos principais processos do setor florestal.

Considerou-se duas etapas da cadeia produtiva da madeira: a colheita e o processamento, sendo este referente à cadeia de processamento mecânico, cuja estimativa foi realizada a partir dos dados de produção de toras disponibilizada pelo IBGE relativos à Produção da Extração Vegetal e Silvicultura 2010. Nestas duas etapas, correspondentes à produção da madeira e parte da primeira transformação industrial (na qual ainda fazem parte a indústria de celulose e papel, e siderurgia), foram possíveis quantificar e espacializar os dados em nível estadual.



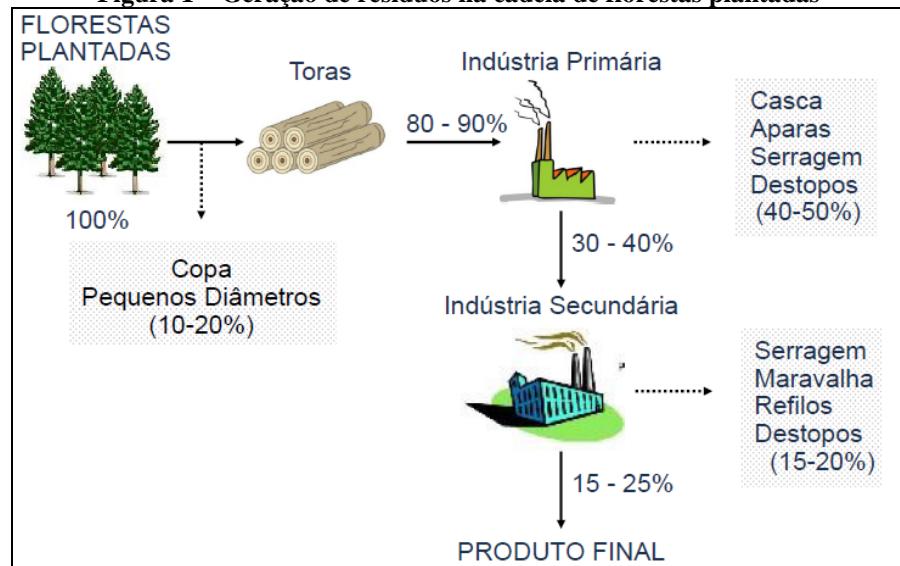
### 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012

Em relação aos outros resíduos produzidos no processo de obtenção de produtos como papel e celulose, a quantificação foi realizada em âmbito nacional, pelo fato de somente existirem dados disponíveis para o Brasil, não sendo discriminados em regiões. Já para a segunda indústria de transformação, não foi possível quantificar pela inexistência de dados de produção, além de que a madeira produzida em determinada região pode ser transportada para beneficiamento em outras regiões do país, cuja localização é um dado que não se encontra disponível.

A geração de resíduos em cada etapa da cadeia de florestas plantadas é apresentada na Figura 1. Segundo STCP (2011), são gerados entre 75 a 90% de resíduos em todo o processo produtivo, sendo que no corte e manejo inicial, este valor é inferior ao de florestas naturais.

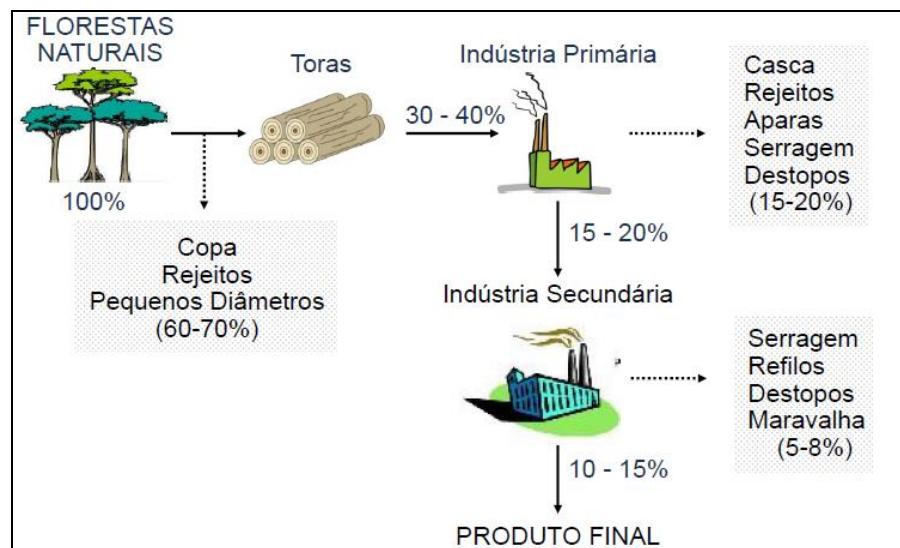
**Figura 1 – Geração de resíduos na cadeia de florestas plantadas**



Fonte: STCP, 2011

Conforme cita o estudo realizado por STCP (2011), a geração de resíduos em florestas naturais é superior à de florestas plantadas, condição influenciada principalmente na fase de campo, cuja geração é superior a 60%, como apresenta a Figura 2, principalmente pelo fato de não existir um manejo adequado e pelas irregularidades da planta.

**Figura 2 - Geração de resíduos na cadeia de florestas naturais**



Fonte: STCP, 2011



## 2.1 Resíduo de Colheita Florestal

Os resíduos lenhosos representam a madeira que foi produzida pela floresta, mas não foi retirada para ser consumida (FOELKEL, 2007). Essa disponibilidade adicional de madeira a partir dos resíduos lenhosos pode ser substancial, sendo que a quantidade pode variar de 10 a 20% da madeira comercial colhida a partir de florestas plantadas e de 60 a 70% de florestas naturais. Para esse estudo, utilizou-se o valor médio de 15% para cálculo de resíduos gerados no campo de florestas plantadas e 65% para florestas naturais (STCP, 2011). Para cálculo de resíduo florestal no processo de colheita foram utilizados os dados IBGE relativos à Produção da Extração Vegetal e Silvicultura - 2010. Considerou-se a soma dos dados de produção em tora de madeira, relativo às atividades de silvicultura e extrativismo vegetal.

## 2.2 Resíduo do processamento mecânico da madeira

Há uma grande variedade na geração de resíduos e na transformação inicial da tora em matéria-prima que vai desde o tipo de madeira trabalhado até o tipo de produto a ser gerado. Ao se desdobrar uma tora de madeira, a geração de resíduos é inevitável, sendo que o volume e tipos de retalhos e fragmentos gerados são dependentes de vários fatores. Como exemplos desses fatores, destacam-se o diâmetro das toras e o uso final das peças serradas. O trabalho apresentado por STCP (2011), aponta que no processamento mecânico da madeira ocorre uma perda média de 45% para florestas plantadas e 17,5% para florestas naturais, sendo estes valores utilizados para cálculo de geração de resíduos nesta etapa. Considerou-se a soma dos dados de produção em tora de madeira, relativo às atividades de silvicultura e extrativismo vegetal, com exceção de dados relativos à lenha e indústria de papel e celulose, as quais não passam pelo mesmo processo.

## 2.3 Resíduo da produção de Papel e Celulose

As fábricas de papel e celulose geram uma quantidade de resíduos de aproximadamente 48 t de resíduos para cada 100 t de celulose produzida, ou seja, produzem 48% de resíduo em seu processo produtivo (BELOTTE et. al, 1998). Os dados de produção de papel e celulose utilizados neste estudo foram retirados do Relatório Anual referente à produção de papel e celulose realizado pela Associação Brasileira de Celulose e Papel – BRACELPA (2010). Salienta-se que os dados disponibilizados referem-se apenas ao Brasil, não sendo possível discretizá-los em regiões e estados.

## 3 Resultados

A seguir são apresentados os resultados referentes a cada etapa da cadeia produtiva florestal.

### 3.1 Resíduo de Colheita Florestal

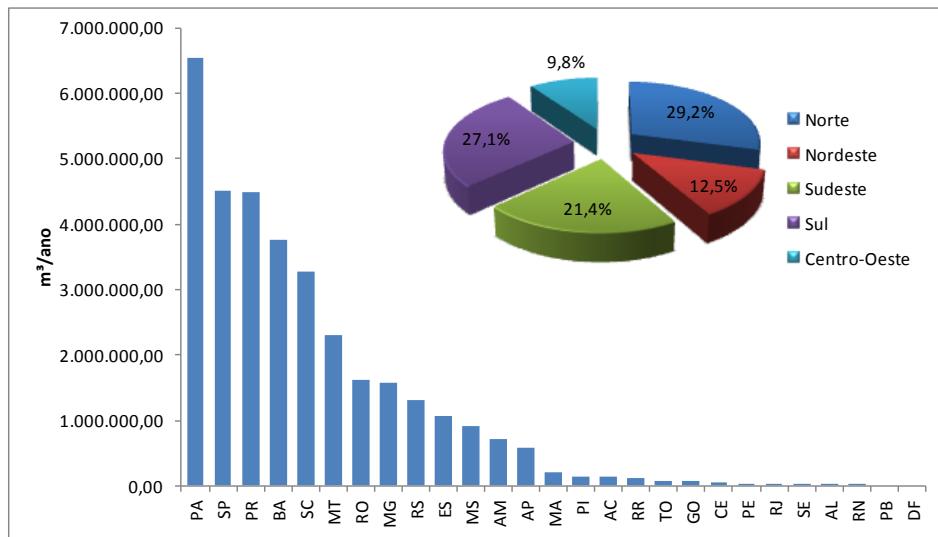
Para o resíduo florestal lenhoso gerado na colheita de silvicultura e florestas plantadas foram obtidas as quantidades em cada estado, região e país. A Figura 3 apresenta o resumo gráfico da geração de resíduo florestal lenhoso na colheita.



### 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012

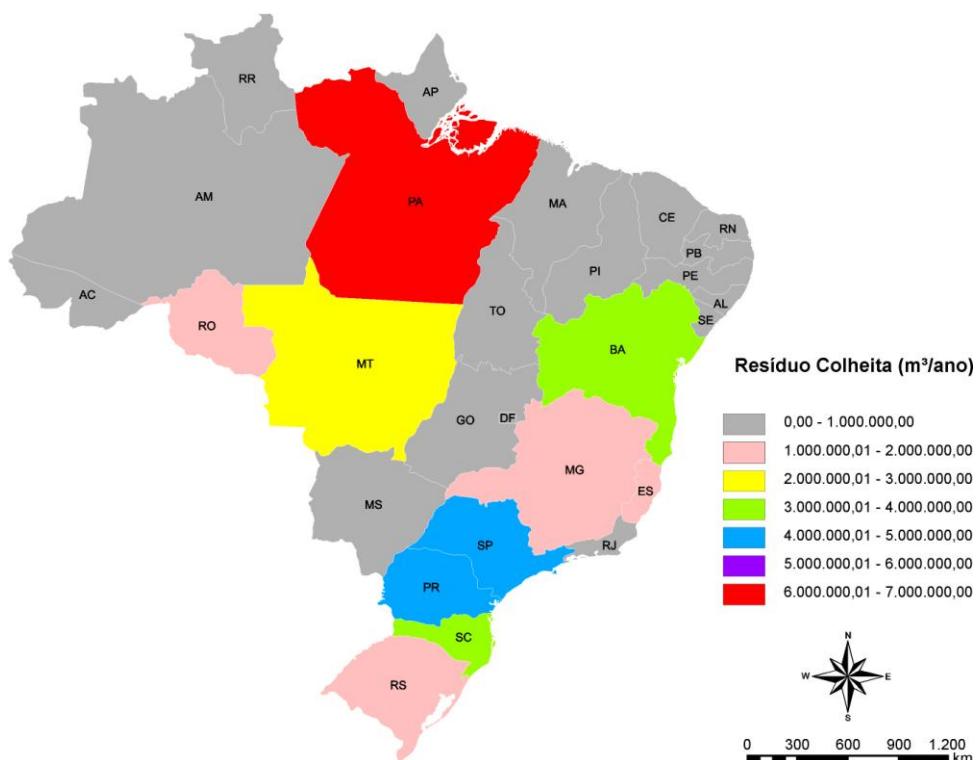
**Figura 3– Geração de resíduo florestal lenhoso**



Em relação às regiões, observa-se que a Região Norte apresenta a maior representatividade na geração de resíduo oriundo da primeira etapa da cadeia produtiva da madeira, ou seja, a colheita. Isto se deve principalmente ao estado do Pará, que possui uma produção de madeira em torno oriunda do extrativismo vegetal superior aos outros estados, representando cerca de 40% da madeira produzida no extrativismo. Como são gerados mais resíduos no extrativismo do que na silvicultura na etapa inicial, a Região Norte desonta com 29,2%, seguida da Região Sul (27,1%) e Sudeste (21,4%).

A Figura 4 apresenta a espacialização por estado da produção de resíduo oriundo da etapa de colheita da madeira.

**Figura 4 – Espacialização da geração de resíduo de colheita**





### 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012

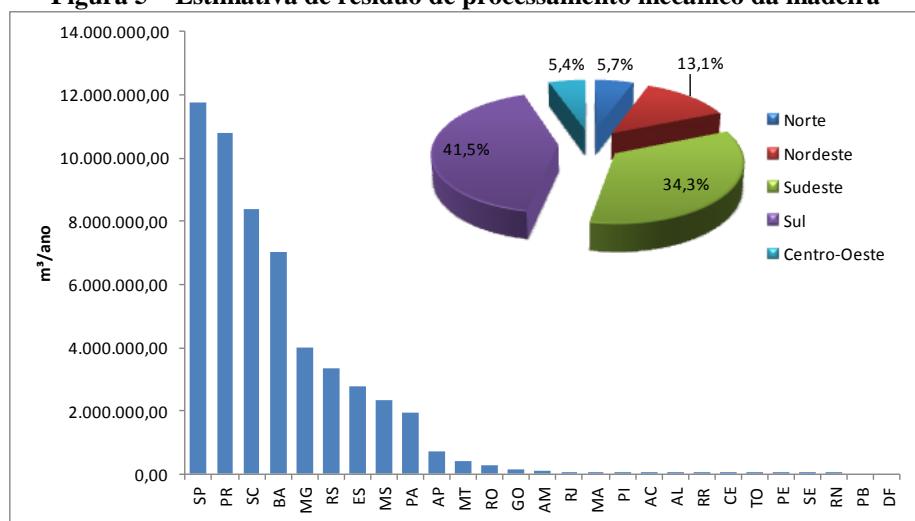
Além do estado do Pará, destacam-se na geração de resíduo do processo de colheita os estados do Paraná, Bahia, Mato Grosso e São Paulo. Conforme FOELKEL (2007) esse material é constituído em sua maior parte pela casca e copa das árvores, apesar de serem também deixadas algumas árvores finas inteiras e toras, desprezadas pelos colhedores de árvores. Esse material, que pode permanecer sobre o solo, tem funções notáveis na proteção e conservação do mesmo, em sua biologia, riqueza mineral, umidade e contenção dos processos erosivos.

### 3.2 Resíduo do processamento mecânico da madeira

A geração de resíduo de madeira processada mecanicamente para o Brasil no ano de 2010 foi equivalente a 54.298.875,53 m<sup>3</sup>, valor correspondente a 45% de perda no processamento das toras. A região com maior geração de resíduo foi a Sul, apresentando valor de 22.521.582,60 m<sup>3</sup> (41,5%), seguida da Sudeste (34,3%) e Norte (13,1%). Em relação aos estados, como apresenta o gráfico da Figura 5, tem-se que o estado de São Paulo apresentou a maior geração, com valor de 11.774.892,80 m<sup>3</sup>, seguido dos estados de Paraná (10.792.774,98 m<sup>3</sup>), Santa Catarina (8.394.756,28), Bahia (7.037.481,78), Minas Gerais (4.004.845,20) e Rio Grande do Sul (3.334.051,35).

Estes estados com maior representatividade na geração de resíduos abrigam também os pólos produtores de madeira de silvicultura, os quais se concentram principalmente na Região Sul e Sudeste, além de pólos de indústrias de transformação primária e secundária, como movelearia, papel e celulose entre outras.

**Figura 5 – Estimativa de resíduo de processamento mecânico da madeira**



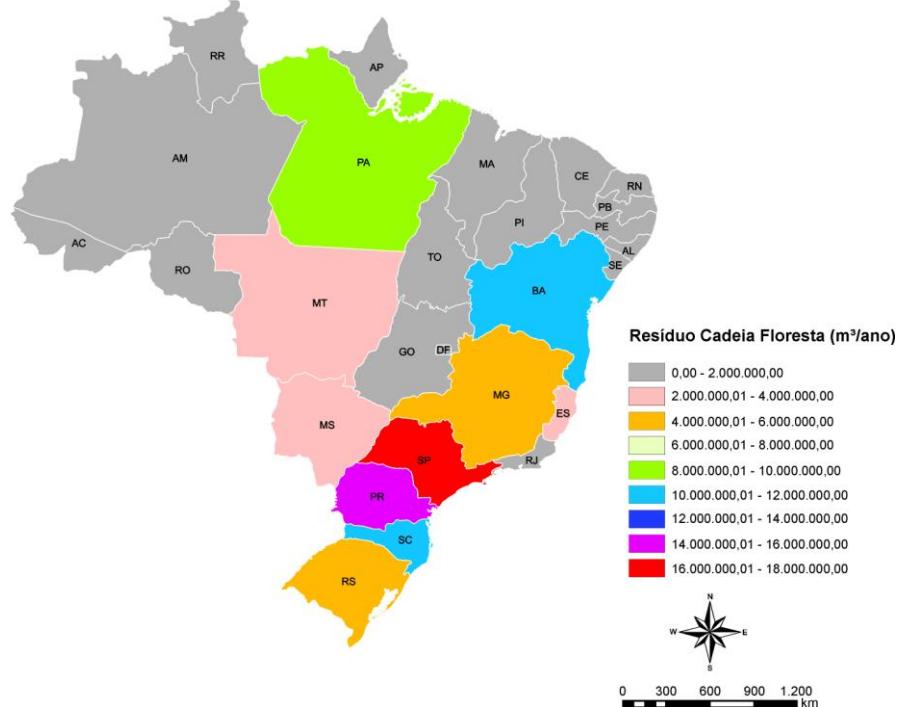
A Figura 6 apresenta a espacialização estadual da geração de resíduos de processamento da madeira.



### 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012

**Figura 6 – Espacialização da geração de resíduo de processamento**



Parte significativa dos resíduos sólidos da cadeia produtiva da madeira e móveis é gerada no processamento da madeira serrada. Embora a fração percentual que representam os resíduos varie em função de fatores como processo, máquinas utilizadas e dimensões das toras, tipo de matéria-prima utilizada, produto final obtido, e condições tecnológicas empregadas, ocorre uma significativa perda no desdobro e nos cortes de resserra, que para madeiras de reflorestamento se situam entre 20% e 40% do volume das toras processadas (FINOTTI et al., 2006).

A abundância de matéria-prima em determinadas regiões é outro fator que contribui para o baixo aproveitamento. Por essas razões, os rendimentos obtidos por serrarias no desdobro da madeira variam de uma região para outra e de uma indústria para outra, sendo o diagnóstico fundamental para estabelecer as possibilidades de aproveitamento.

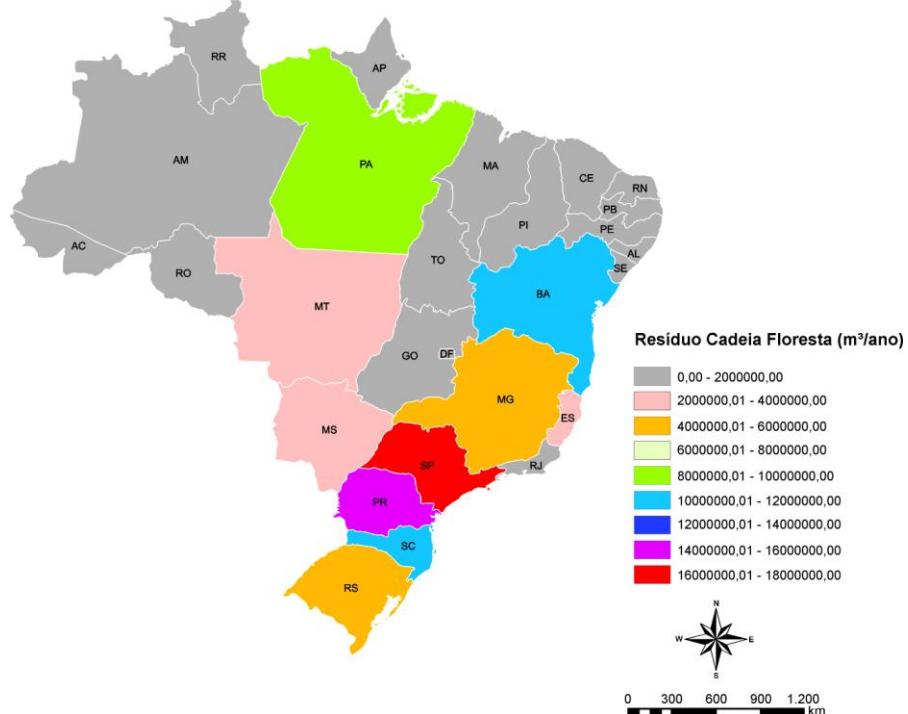
A Figura 7 apresenta os dados espacializados relativo à geração de resíduos da cadeia florestal (colheita e processamento mecânico).



### 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012

**Figura 7 – Resíduo florestal (colheita e processamento mecânico da madeira)**



A geração de resíduo da cadeia florestal para o Brasil no ano de 2010 foi equivalente a 87.840.218,78 m<sup>3</sup>. A região com maior geração de resíduo foi a Sul, apresentando valor de 31.609.453,07 m<sup>3</sup> (35,99%), seguida da Sudeste (25.811.178,43 m<sup>3</sup> - 26,33%) e Norte (11.341.445,23 m<sup>3</sup> - 15,48%). Em relação aos estados, tem-se que o estado do São Paulo possui a maior geração, com valor de 16.290.298,85 m<sup>3</sup>, seguido dos estados de Paraná, Santa Catarina, Bahia, Pará e Minas Gerais.

### 3.3 Resíduo da produção de Papel e Celulose

Em 2010, foram produzidas no Brasil, 22.743.000 toneladas de papel e celulose. Dessa forma, a geração de resíduo das indústrias de papel e celulose no ano de 2010 foi estimada em 10.916.640 toneladas em todo o Brasil. A produção de celulose gera vários tipos de resíduos orgânicos e inorgânicos. O preparo de madeira dá origem às cascas, enquanto o tratamento de águas residuárias gera lodo com fibras, lodo biológico e uma fração inorgânica removida na decantação primária. Parte da fração orgânica, como cascas e demais resíduos da madeira (finos) pode ser utilizada para recuperação de energia por meio da queima em caldeiras.

### 4 Considerações Finais

Os dados apresentados como montantes de resíduos em cada item necessitam de refinamento, com informações mais precisas da produção por estado e região, possibilitando a quantificação dos resíduos gerados. Atualmente, as informações existentes são aplicadas como estimativa grosseira da quantificação residual do setor florestal. A complexidade do setor e a ausência de informações associadas a poucos estudos realizados até então, dificultam o diagnóstico mais preciso da real quantidade de resíduos oriundos da silvicultura.

Ressalta-se também que nestes valores não estão contabilizados a madeira que é extraída em um estado, porém sendo processada em outra região. Devido a estas incertezas, a quantificação baseada ao processamento é imprecisa, assim como a geração relacionada a outros segmentos das indústrias de processamento primário e secundário. O levantamento da



### 3º Congresso Internacional de Tecnologias para o Meio Ambiente

Bento Gonçalves – RS, Brasil, 25 a 27 de Abril de 2012

quantidade de produtos produzidos pelas indústrias madeireiras a partir de dados regionais, possibilitará identificar a quantidade mais aproximada da geração de resíduos.

As audiências públicas que foram realizadas com vistas à elaboração do Plano Nacional de Resíduos Sólidos e para as quais este estudo serviu de indicador, deverão trazer novos elementos e indicadores no sentido de contribuir para a gestão de resíduos do setor, orientada por políticas nacionais e estaduais.

#### Agradecimentos

Os autores agradecem ao Instituto de Pesquisa Econômica Aplicada (IPEA) pelo financiamento da pesquisa.

#### Referências

BELLOTE, A. F. J. ; DA SILVA, H. D.; FERREIRA, C. A. ; ANDRADE, G. C. **Resíduos da indústria de celulose em plantios florestais.** Boletim de Pesquisa Florestal, Colombo, n. 37, p. 99-106, Jul./Dez. 1998.

BRACELPA – Associação Brasileira de Celulose e Papel. **Relatório Estatístico 2009/2010.** Disponível em: (2010). <<http://www.bracelpa.org.br/bra2/sites/default/files/estatisticas/rel2009.pdf>>. Acesso em: jan. 2011.

BRASIL. **Lei Federal nº 12.305**, de 2 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos. Diário Oficial da União, Brasília- DF, 2 agosto de 2010. Disponível em: <<http://www.mma.gov.br/port/conama/legiabre.cfm?codlegi=636>>. Acesso: jan. 2012.

FINOTTI, A. R., SCHNEIDER, V. E., WANDER, P. R., HILLIG, É., SILVA, M. D'A. **Uso energético de resíduos de madeira na cadeia produtiva de madeira/móveis e possibilidades de geração de créditos de carbono.** In: Pólo Moveleiro da Serra Gaúcha - Sistemas de gerenciamento ambiental na indústria moveleira. Schneider, V. E., Nehme, M. C., Ben. F. Orgs. Educs, 2006, p. 191-230.

FOELKEL, C. **Gestão ecoeficiente dos resíduos florestais Lenhosos da eucaliptocultura.** 2007. Disponível em: <[www.eucalyptus.com.br](http://www.eucalyptus.com.br)> . Acesso em: maio 2011.

IBGE. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura.** 2009. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em: jan. 2011.

IBGE. **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura.** 2010. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br)>. Acesso em: jan. 2011.

NOLASCO, Adriana Maria. **Resíduos da colheita e beneficiamento da caixeta – Tabebuia cassinoides (Lam.) DC.: caracterização e perspectivas.** Projeto (Doutorado) – Universidade de São Paulo. São Carlos (SP), 2000.

STCP. **Otimização da gestão de resíduos e o desenvolvimento florestal.** II Encontro Nacional de Gestão de Resíduos – ENEGER. Curitiba, Maio 2011.