

## SUSTAINABLE ACTIONS FOR THE DISPOSAL OF WASTE WOOD IN THE CONSTRUCTION SITE: BUILDING CLEANER PRODUCTION TO IMPROVE PROCESSES

Elias Riffel<sup>1</sup>

**Abstract:** Waste from the Civil Construction Industry (ICC) constitutes more than 50% of the mass of solid urban waste; however, it had not been placed as an industry with sustainability problems until the mid-1990s. Civil construction needs to implement the concept of sustainable development as a way to reduce environmental consumption in the processes of its production chain, as the different construction sectors are not yet familiar with the amount of waste they produce. In the light of environmental issues integrated by the Cleaner Production (P + L) strategy, the article aims to propose sustainable actions in the destination of wood residues generated in the manufacture of forms for reinforced concrete structures. The bibliographic research was outlined by qualitative and quantitative approaches with the application of two field surveys. In field survey A, it was verified the destination of the pine wood box waste generated at the construction site and, in field survey B, it was determined the average monthly consumption of the same wood used in the manufacture of forms for structures of reinforced concrete. The analysis of the results made it possible to share information dealing with environmental aspects regarding the generation of residues and the consumption of natural resources in civil construction.

**Keywords:** Civil construction. Sustainability. Cleaner production. Wood.

### 1 INTRODUÇÃO

Durante o século XX, as cidades brasileiras tornaram-se palcos de grandes transformações econômicas, sociais e espaciais devido ao acelerado processo de industrialização e urbanização do território nacional (ROSA *et al*, 2015). A construção civil, segundo Roth; Garcias (2009, *apud* GOMES;

Mestre em Engenharia de Processos pela Univille, Professor da área de estruturas do curso de Engenharia Civil da Unifebe. E-mail: eliasriffel@unifebe.edu.br

MAGALHÃES, 2018), da maneira como vem sendo praticada no Brasil, provoca degradação ambiental em três etapas distintas do processo: durante a extração e fabricação dos materiais de construção, na fase de execução das obras e, por último, na disposição final dos resíduos; como proposta de mitigação das áreas degradadas, os autores consideram inevitável que a construção civil adote procedimentos adequados aos princípios da construção sustentável.

Segundo Agopyan e John (2011), a construção civil consome entre 40% e 75% da matéria-prima produzida no planeta. Atualmente, o consumo de cimento é maior que o de alimentos e o de concreto só perde para o de água. Passuelo *et al.* (2014), atestam que entre os materiais de construção utilizados tradicionalmente, destaca-se com ampla aplicação o cimento Portland, cuja indústria é reconhecida como uma das principais fontes emissoras de gases do efeito estufa da atualidade, sendo responsável por aproximadamente 7% do somatório de todas as atividades antropogênicas. Bernstein *et al.* (2007), Müller; Harnish (2008), afirmam que o cimento é essencial para quase toda a produção do ambiente construído, conseqüentemente, é o material mais usado no mundo e representa de 5% a 8% da produção mundial de CO<sub>2</sub>.

A indústria de modo geral e, da construção civil em particular, demorou em tratar e enfrentar os problemas de sustentabilidade. Apesar de ser a indústria que mais consome recursos naturais e gera resíduos nos canteiros de obra, além de ser historicamente considerada como atividade “suja”, não havia sido colocada como uma indústria com problemas de sustentabilidade até meados da década de 1990. Somente a partir da Rio 92, esse conceito se consolidou e hoje vem sendo progressivamente aplicado a todas as atividades humanas, com grande destaque à cadeia produtiva da construção civil (AGOPYAN; JOHN, 2011).

Nascimento (2012) sustenta que, com a perspectiva de garantir o desenvolvimento sustentável e enfrentar a competitividade industrial, a estratégia de estruturar um sistema de gestão ambiental nas organizações pode ser considerada uma fonte de oportunidades e não um obstáculo. Nas décadas de 1960 e 1970, as soluções tecnológicas conhecidas como fim-de-



Sustainable Actions For The Disposal Of Waste Wood In The Construction Site: Building  
Cleaner Production To Improve Processes

tubo controlavam e tratavam as emissões atmosféricas, líquidas ou sólidas, sem alterar os processos de produção ou produtos (OMETTO; GUELERE FILHO; PERES, 2013). Na década de 80, o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA), apresentou o conceito de Produção Mais Limpa (P + L) com o objetivo de “definir a aplicação contínua de uma estratégia ambiental preventiva e integral que envolve processos, produtos e serviços, de maneira que se previnam ou reduzem os riscos de curto ou longo prazo para o ser humano e o meio ambiente” (DIAS, 2017, p. 153).

Segundo Silva e Silva (2017), nesta contemporaneidade, as tecnologias de fim de tubo não correspondem mais aos anseios da sociedade em busca da sustentabilidade, uma vez que as abordagens tradicionais são extremamente onerosas e deixaram de ser aplicadas como única estratégia para aprimorar o desempenho ambiental; ações de fim de tubo são diferentes das ações da P + L: enquanto a primeira aborda o tratamento dos resíduos gerados, a segunda estuda as causas e a compreensão da geração dos resíduos.

Bohana *et al.* (2016) corroboram que, grande parte das empresas da indústria da construção civil operam o modo tradicional de produção, utilizando-se de técnicas corretivas para solução de problemas, cuja prática denominada “fim de tubo”, não é a mais adequada, pois permite a degradação do meio ambiente para depois atenuar o problema.

Para Fernandez *et al.* (2015), o setor da construção civil é o maior gerador de resíduos sólidos urbanos, representando cerca de 62% do volume total. A Associação Brasileira de Empresas de Limpeza Pública e Resíduos Especiais (2019), segundo o Panorama 2017, divulga que a geração de Resíduo Sólido Urbano (RSU) em 2016 e 2017, respectivamente, foi de 212.753 t/dia e 214.868 t/dia, enquanto que, as coletas de Resíduo da Construção e Demolição (RCD), em 2016 e 2017, respectivamente, foi de 123.619 t/dia e 123.421 t/dia, ou seja, a construção civil representou uma média de 57,77% da quantidade total no período.

O setor da construção civil é o maior consumidor de madeira tropical do país (SILVA *et al.*, 2016). No Brasil, a indústria da construção civil consome cerca de dois terços (2/3) da madeira natural do país (SOUZA, 2010). Na



Sustainable Actions For The Disposal Of Waste Wood In The Construction Site: Building  
Cleaner Production To Improve Processes

construção civil, a madeira é empregada na forma de elementos temporários, como por exemplo: na instalação de canteiro de obras, caixaria para concreto armado, andaimes e escoramentos, e também de forma definitiva, para execução de estruturas de cobertura, esquadrias, pisos e forros (ZENID, 2011). De acordo com Miranda; Ângulo; Careli (2009), os resíduos de madeira na construção civil representam cerca de 31% do volume gerado no canteiro de obras, podendo atingir 42% dos resíduos gerados se considerado a fase de execução estrutural.

Fundamentado na concepção estratégica da Produção Mais Limpa, o artigo tem o objetivo de propor ações sustentáveis na destinação dos resíduos de madeira de caixaria utilizada na fabricação de fôrmas para estruturas de concreto armado, a fim de mitigar um dos maiores problemas da construção civil: o elevado índice do consumo ambiental de materiais empregados nos processos produtivos.

Na metodologia foi utilizada a pesquisa bibliográfica para compreensão dos temas propostos com a combinação de dois levantamentos de campo. No levantamento de campo A foram visitados 26 canteiros de obras para verificar a destinação dos resíduos de madeira do gênero *pinus elliottii* gerados na construção de edificações residenciais unifamiliares e multifamiliares. No levantamento de campo B foram consultadas 35 lojas de materiais de construção para determinar o consumo mensal médio da mesma madeira empregada como caixaria, travamento e cimbramento de fôrmas para estruturas de concreto armado. Os dois levantamentos de campo foram realizados na praça da cidade de Brusque/SC.

## 2 REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1 O consumo ambiental da Indústria da Construção Civil (ICC)

Na história da humanidade, a ideia de desenvolvimento se confunde com o crescente domínio e transformação da natureza, cujo paradigma estabelece os recursos naturais como ilimitados. Os problemas gerados pelo

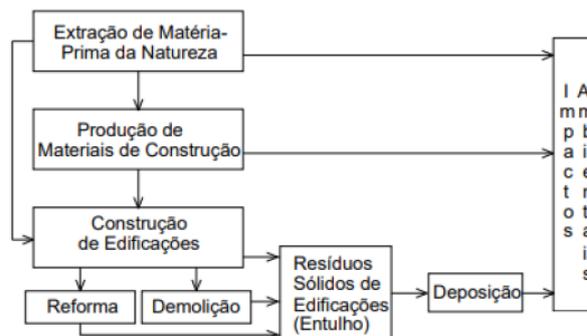


Sustainable Actions For The Disposal Of Waste Wood In The Construction Site: Building Cleaner Production To Improve Processes

consumismo e a geração insustentável de resíduos atingem a humanidade há algumas décadas; contudo, no final da última década do século XX e no início do século XXI, o impacto do meio ambiente é reconhecido e debatido pela sociedade (RIBEIRO; MORELLI, 2009).

Segundo Lintz *et al.* (2012), a construção civil é uma das atividades mais antigas que se tem conhecimento e desde os primórdios da humanidade, foi empregada de forma artesanal, gerando como subproduto dos processos, grande quantidade residual de diversas naturezas. A ICC é reconhecida como uma das mais importantes áreas industriais para o desenvolvimento econômico e social, contudo, atua como a maior consumidora de recursos naturais em qualquer país do mundo, seja pelo consumo de insumos naturais (ativos ambientais), pela modificação da paisagem ou pela geração de resíduos (passivos ambientais) (MUNHOZ, 2008; SANTOS *et al.*, 2012). A figura 1 mostra como os processos de produção na cadeia da ICC estão interligados e são resultantes de impactos ambientais.

Figura 1 - Impactos ambientais da ICC



Fonte: Roth;Garcias (2009).

O setor da construção civil é responsável por movimentar grande parte da economia brasileira, mesmo com a diminuição do ritmo de crescimento econômico. Ainda assim, o segmento continua uma atividade rentável, pois permeia as diversas camadas sociais com o ideal da casa própria (MARCHI; BOHANA; FERNANDEZ, 2018). Segundo a Diretoria de Estatística e Informações (DIREI, 2018), o conceito de déficit habitacional está ligado às limitações do estoque habitacional, considerando moradias sem condições de

Sustainable Actions For The Disposal Of Waste Wood In The Construction Site: Building Cleaner Production To Improve Processes

serem habitadas em função da precariedade ou do desgaste estrutural, *habitats* rústicos ou cortiços, e coabitação, quando mais de uma família reside na mesma residência. A Pesquisa Nacional por Amostragem de Domicílios (PNAD) do Instituto Brasileira de Geografia e Estatística (IBGE), conforme última medição de 2015, confirma um *deficit* habitacional total absoluto de 6,355 milhões de moradias.

No Brasil, cerca de 84% da população vive nas cidades e, segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a previsão para 2020 é de 90% (WORLDWATCH INSTITUTE, 2013). Tendo em vista a grandiosidade do consumo da cadeia de produção da Indústria da Construção Civil (ICC), fica claro que não será possível alcançar o desenvolvimento sustentável, sem que o próprio setor também se torne sustentável (BRASILEIRO; MATOS, 2015). A cadeia dos processos de produção da ICC consome entre 14% e 50% dos recursos naturais de todo o planeta, conforme Sjöström (1996 *apud* Santos *et al.* 2010); 40% e 75% da matéria-prima produzida no planeta (AGOPYAN; JOHN, 2011). O quadro 1 retrata o estado da arte do consumo ambiental da construção civil.

Quadro 1 - Consumo ambiental da ICC

Autor (ano)	Consumo ambiental
John; Agopyan (2000)	120% de perda dos revestimentos à base de gesso
Uchoa; Hendrickson; Mathews (2002)	46% da atividade econômica 57% das emissões atmosféricas 51% na geração de resíduos perigosos
Araújo (2002)	30% da matéria prima 42% do consumo de energia 25% do consumo de água
Marques Neto (2005)	50% a 70% dos resíduos sólidos urbanos 75% dos recursos naturais extraídos do planeta
Souza (2005)	47,5 % de madeiras em geral
Isaia (2007)	55% da madeira para fins não combustível 40% de energia para fabricação dos materiais de construção
Santos <i>et al.</i> (2011)	14% a 50% dos recursos naturais consumidos na cadeia produtiva
Laruccia (2014)	41% a 70% da massa total de resíduos sólidos urbanos (RSU)
John (2017)	50% de perda no desdobro da madeira

Fonte: Autor (2021).

Sustainable Actions For The Disposal Of Waste Wood In The Construction Site: Building Cleaner Production To Improve Processes

A ICC é a atividade antrópica com maior impacto sobre o meio ambiente (Karpinsk *et al.* 2009; GOMES; DE SÁ MAGALHÃES, 2018). Os números demonstram a importância do tema e a necessidade por ações voltadas para a redução dos impactos na construção civil (SANTOS *et al.* 2010). Apesar da quantidade alarmante de resíduos gerados, a ICC também é um dos setores que possuem maior potencial de inserir resíduos em seu processo produtivo (RIBEIRO; MORELLI, 2009; LINTZ *et al.* 2012). Segundo Schneider (2004), 90% dos resíduos da construção civil podem ser reciclados. John (2000) afirma que a reciclagem dos resíduos da construção civil, por ser o maior gerador de resíduos finais entre macrossetores econômicos, é uma das condições básicas para se atingir o desenvolvimento sustentável.

## 2.2 Gestão Ambiental: Produção Mais Limpa.

A construção da concepção do Desenvolvimento Sustentável constituído sob a égide de possibilitar a satisfação das necessidades do presente sem comprometer as possibilidades de sobrevivência das gerações futuras, foi consolidado a partir de três grandes marcos emblemáticos na história da gestão ambiental: o livro a Primavera Silenciosa de Rachel Carson, publicado em 1962; o Relatório Brundtland de 1987 e a Conferência ECO-92, no Rio de Janeiro (MOURA, 2002; NASCIMENTO, 2012; OLIVEIRA, 2012). A tabela 1 relaciona os autores e suas publicações:

Tabela 1 - Autores e obras regulatórias do Desenvolvimento Sustentável

Autor/Instituição	Obra	Objetivo
Rachel Carson	Primavera Silenciosa	Denunciar agressões ao meio ambiente e intoxicações em seres humanos causados por agrotóxicos
Gro Haalen Brundtland /ONU	Relatório Brundtland ou Relatório Nosso Futuro Comum	Propor uma agenda global para enfrentar os problemas ambientais do planeta e assegurar o progresso da humanidade

Sustainable Actions For The Disposal Of Waste Wood In The Construction Site: Building  
 Cleaner Production To Improve Processes

Conferência do Rio de Janeiro, Eco-92 / ONU	Carta da Terra e Agenda 21	Formular diretrizes sobre a questão ambiental a partir do Desenvolvimento Sustentável
---	----------------------------	---

Fonte: Autor (2021).

Conforme Moura (2009), o livro da bióloga Rachel Carson foi o primeiro a denunciar a ação residual de agrotóxicos no meio ambiente, com a destruição e ameaça de extinção de seres da vida silvestre, como pássaros, peixes e animais; nesse contexto, Dias (2017) atesta ser o relatório produzido pela Comissão Brundtland, o primeiro a apresentar a definição mais elaborada de Desenvolvimento Sustentável; também, Pereira e Sant'anna (2018), complementam dizendo que, a Agenda 21, um dos documentos gerados na Conferência Mundial de Meio Ambiente e Desenvolvimento em 1992, compilou ao longo dos seus 40 capítulos, as recomendações relativas à gestão ambiental nas organizações e também as ações específicas de Produção mais Limpa (P+L).

O conceito de P+L é diferente da abordagem tradicional, ou seja, dos processos industriais que possuem controle somente na etapa final, *end-of-pipe* em inglês, conhecidos como fim de tubo. Esta metodologia não reduz a contaminação, mas diminui a toxicidade transferindo-a de um meio a outro, como por exemplo, na instalação de filtros para retenção de poluentes, os quais serão tratados somente no final do processo. A P+L, ao contrário, sustenta prevenir a geração da poluição na fonte, ao contrário do controle no fim do processo (DIAS, 2017). Para Nascimento (2012); Pereira e Sant'Anna (2018), a P+L pode ser incorporada em todas as etapas produtivas, desde a escolha das matérias-primas, no desenvolvimento do produto, na preocupação em reduzir insumos, resíduos e emissões.

A P+L deve ser compreendida como um processo de melhoria contínua e não como uma atividade isolada ou pontual, não está limitada às indústrias ou empresas de determinadas tipologias ou tamanho, além de promover o crescimento, desde que seja ecologicamente sustentável, trabalhando também nas perspectivas econômica e social (UNIDO/UNEP, 2004).

### 2.2.1 A Produção mais Limpa na Construção Civil.

O Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) por meio da resolução 307, de 5 de julho de 2002, estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil, disciplinando ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais. A resolução define resíduos de construção civil como sendo os entulhos provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, e os resultantes da preparação e da escavação de terrenos, tais como: tijolos, blocos cerâmicos, concreto em geral, solos, rochas, metais, resinas, colas, tintas, madeiras, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica, etc.

A construção civil é uma grande geradora de resíduos. No Brasil, cujos processos construtivos são essencialmente manuais e executados em canteiros de obras, os resíduos de construção e demolição são potencialmente degradadores do meio ambiente, causando problemas logísticos e prejuízos financeiros. O gerenciamento desses resíduos tem por objetivo asseverar a gestão dos resíduos durante as atividades de execução de obras e serviços de engenharia, consolidando estratégias de não geração, minimização, reutilização, reciclagem e descarte adequado dos resíduos sólidos, primando por metodologias de redução da geração na fonte (NAGALLI, 2014).

Para Mattosinho e Pionório (2009), a minimização de resíduos na fonte, foco da P+L, deve ser a principal alternativa a ser implementada na ICC, devido a sua ação preventiva e a possibilidade de reduzir os custos da produção, é possível otimizar o consumo de insumos e matéria-prima. A P+L visa fornecer diretrizes para a busca de soluções dos problemas e limitações na construção civil, pois possibilita potencializar a eficácia de ações direcionadas a mitigação dos resíduos na fonte, atendendo exigências legais, bem como a percepção dos consumidores.

O consumo demasiado de recursos naturais na construção civil é devido, na maioria das vezes, à baixa produtividade em função da falta de planejamento da obra, ineficiência na gestão de recursos e matéria-prima,



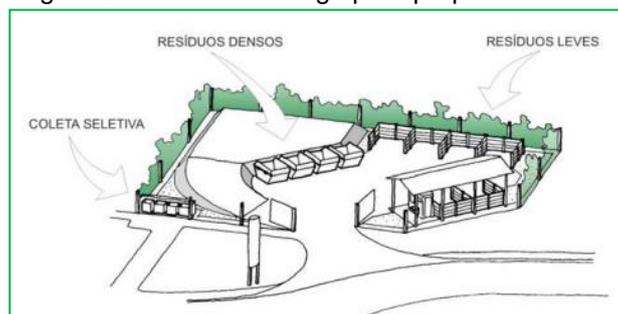
Sustainable Actions For The Disposal Of Waste Wood In The Construction Site: Building  
 Cleaner Production To Improve Processes

alteração do projeto arquitetônico, tecnologia inadequada; falta de capacitação e treinamento dos funcionários (OLIVEIRA; RIOS; LUCENA, 2007). Os resíduos gerados pela ICC originam-se dos desperdícios do processo produtivo, considerando fatores como: insuficiência de definição de projetos; ausência de qualidade nos materiais e componentes; falta de procedimentos e mecanismos de controle de execução, entre os quais, perda na estocagem e transporte, recuperação geométrica, nivelamento e planicidade (PINTO, 1999 *apud* MATTOSINHO; PIONÓRIO, 2009).

A gestão integrada de resíduos sólidos estabelece o conjunto de ações voltadas para a busca de soluções para os resíduos sólidos, de forma a considerar as dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, sob a premissa do desenvolvimento sustentável (CONAMA, 2002). As soluções para a gestão dos resíduos da construção civil devem ser viabilizadas de modo a integrar o órgão público municipal, responsável pelo controle e fiscalização; os geradores de resíduos, responsáveis pela disposição final dos resíduos, e, transportadores, responsáveis pela destinação licenciada dos resíduos (PINTO, 2005).

Segundo Pinto e Gonzáles (2005), cabe aos municípios, de acordo com o artigo 6º da Resolução nº 307 do CONAMA, a solução de pontos de coleta para pequenos volumes, geralmente mal dispostos, e o disciplinamento dos geradores no manejo dos grandes volumes de resíduos, determinando que, a nível local, sejam definidas e licenciadas áreas para manejo dos resíduos em conformidade com a resolução, estabelecendo diretrizes técnicas de responsabilidades dos geradores e cadastrando os transportadores dos resíduos, integrando ações para o Projeto de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil, conforme representado na figura 2.

Figura 2 - Ponto de entrega para pequenos volumes



Fonte: Adaptado de Pinto e Gonzáles ( 2005).

Ao conjunto de ações do projeto de gerenciamento é atribuído os seguintes objetivos:

Disposição facilitada para pequenos volumes; melhoria da limpeza e da paisagem urbana; preservação ambiental; incentivo às parcerias; incentivos à redução de resíduos na fonte (P+L); redução dos custos municipais (PINTO; GONZÁLES, 2005).

## 2.3 Madeira na construção civil

### 2.3.1 Extração

Nossos ancestrais, há milhares de anos, descobriram a possibilidade de transpor obstáculos, cujos mecanismos consistiam em troncos de árvores apoiados nas bordas dos vãos (CALIL JUNIOR *et al.*, 2012). O emprego da madeira na produção de ferramentas e na execução de construções ocorreu deste o período paleolítico, com registros de sua utilização pelo *Homo Erectus* que desenvolveu técnicas de entalhe para produção de machados (NAVARRO, 2006). Ao longo da história, as técnicas de uso e manipulação foram se desenvolvendo, resultando em um grande *mix* de produtos, sistemas construtivos e aplicações (SHIGUE, 2018). “A madeira é, provavelmente, o material de construção mais antigo dado a sua disponibilidade na natureza e sua relativa facilidade de manuseio” (PFEIL;PFEIL, 2015, p. 1).

As florestas ocupam hoje uma área de aproximadamente de 4027 milhões de hectares em todo o mundo, cerca de 30% da área de terra (CACHIM, 2014). A Amazônia brasileira abriga mais de 356 milhões de hectares de floresta natural, correspondendo a 84.7% do volume total de madeira nativa dos biomas do país, conforme informações do Serviço Florestal Brasileiro (ADEODATO *et al.* 2011). Segundo estimativas, o índice de ilegalidade da produção madeireira da região amazônica está entre 43% e



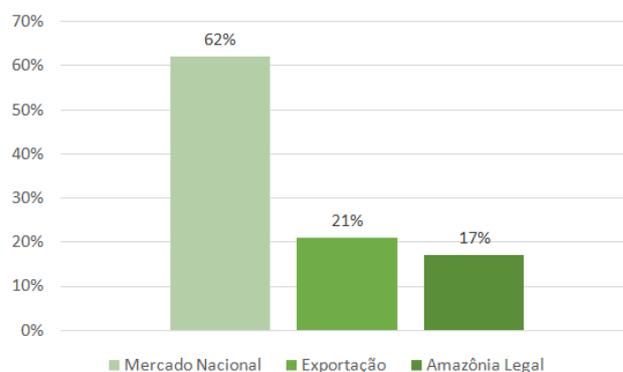
Sustainable Actions For The Disposal Of Waste Wood In The Construction Site: Building Cleaner Production To Improve Processes

80%, proveniente de áreas desmatadas ou exploradas de forma predatória e insustentável; contudo, na Amazônia Legal, 80% dos imóveis situados em áreas de floresta, devem permanecer com a cobertura nativa e original, denominada Reserva Legal (ZENID, 2009). A Amazônia Legal foi criada em 1953 por meio do Código Florestal Brasileiro e compreende os estados do Acre, Amapá, Amazonas, Mato Grosso, Pará, Rondônia, Roraima, Tocantins e Maranhão (SUDAM, 2010).

### 2.3.3. Resíduo

Segundo o Serviço Florestal Brasileiro (2010), o Brasil é um país florestal com aproximadamente 60,7% de florestas naturais e plantadas. A Amazônia brasileira é uma das principais regiões produtoras de madeira tropical do mundo. O gráfico 1 representa o mercado da madeira processada no Brasil.

Gráfico 1 - Consumo da madeira processada



Fonte: Adaptado de Serviço Florestal Brasileiro (2010).

Em 2009 foram identificadas 2226 empresas madeireiras na Amazônia Legal, abastecendo 62% do mercado nacional, 21% para o mercado externo e 17% para a própria Amazônia Legal (SFB, 2010). Embora tratando-se de um dos poucos materiais renováveis, a maior parte da extração da madeira é feita de maneira não sustentável; estima-se que entre 26% e 50% da madeira extraída no mundo, seja consumida como material de construção (JOHN, 2000). “[...] a indústria da construção civil consome cerca de 66% da madeira

Sustainable Actions For The Disposal Of Waste Wood In The Construction Site: Building  
Cleaner Production To Improve Processes

produzida, sendo que a maioria de produto não provém de florestas ambientalmente manejadas (JOHN, 2010 *apud* PIOVEZAN JUNIOR, 2007, p. 18).

A madeira na construção civil se destaca na aplicação de estruturas de cobertura, construções rurais, cimbramentos de estruturas de concreto, transposição de obstáculos, como passarelas, obras portuárias, etc. (CALIL JUNIOR *et al.* 20192). O emprego da madeira em obras, seja na forma de elementos temporários (fôrmas, escoramentos e andaimes), seja na forma de elementos definitivos (coberturas, pisos e acabamentos), gera grande quantidade de resíduos, considerando que, todos os elementos temporários serão descartados (TÉCHNE, 2013).

Os resíduos de madeira representam cerca de 31% do volume de resíduo de construção em uma edificação residencial multifamiliar e, especificamente na fase de execução estrutural, podem atingir 42% dos resíduos gerados durante o processo construtivo (MIRANDA; ÂNGULO; CARELI, 2009).

O conteúdo energético alto do resíduo de madeira viabiliza a utilização como combustível para geração de energia térmica, com significativa redução de volume dos resíduos depois de incinerados. Contudo, na queima da madeira, são liberados gases como o gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e óxido de nitrogênio (NO<sub>x</sub>), os quais são poluentes atmosféricos (SILVA *et al.* 2016).

Os resíduos de madeira não devem ser aterrados, pois sua decomposição sem oxigênio gera gás metano, ainda mais nocivo que o CO<sub>2</sub> em se tratando de efeitos relacionados às mudanças climáticas (SINDUSCON, 2015). Ainda segundo o mesmo autor, os resíduos de madeira gerados nas obras devem ser concentrados em áreas de transbordo e triagem (ATT) que os distribuem para as empresas recicladoras, produzindo cavacos como combustíveis; também, como em um processo de logística reversa, podem ser utilizados como matéria-prima para a fabricação de painéis de madeira industrializada para a construção civil. A figura 3 representa a destinação dos resíduos de madeira gerados nas obras.



Sustainable Actions For The Disposal Of Waste Wood In The Construction Site: Building Cleaner Production To Improve Processes

Figura 3 - Organograma dos resíduos de madeira



Fonte: Adaptado de Sinduscon (2015).

### 3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

A pesquisa está delineada com base na organização de três parâmetros: abordagem dos dados, tipo de objetivos e procedimento técnico.

Quanto à abordagem dos dados, a pesquisa é caracterizada como quali-quantitativa, pois permite a compreensão das definições apresentadas pela descrição teórica e subjetiva dos conceitos inerentes ao estudo desenvolvido e, quantitativa pela representação numérica percentual das informações coletadas referente às disposições residuais do objeto de estudo.

De acordo com os objetivos, a pesquisa é classificada como exploratória, pois possibilita detalhar uma visão geral do tema proposto, comprovando informações extraídas do campo em que a amostra populacional foi contida.

Quanto aos procedimentos técnicos para coleta e operacionalização de informações, o estudo integra a pesquisa bibliográfica e dois levantamentos de campo do tipo *survey*, com a aplicação de duas fichas técnicas para registro e análise de dados. Desta forma, foram planejados dois estudos para o cumprimento dos objetivos da pesquisa.

A primeira etapa da pesquisa, denominada levantamento de campo A, foi realizada de fevereiro/2019 até agosto/2019, sendo visitados 26 canteiros de obras residenciais unifamiliares e multifamiliares da cidade de Brusque/SC, com o objetivo de verificar qual a destinação dos resíduos de madeira do

gênero *pinus*, utilizados de maneira provisória como fôrma de caixaria para estruturas de concreto armado, travamentos e cimbramentos; durante a abordagem ao mestre de obras ou encarregado da obra no momento da visita técnica, foi explicitado o objetivo da pesquisa e anotado qual a disposição dada à madeira residual, por meio de uma ficha técnica para registros *in situ* das informações levantadas.

Na segunda etapa da pesquisa, denominada levantamento de campo B, foi analisado o consumo mensal médio da madeira de caixaria do gênero *pinus*, comercializada em 35 lojas de materiais de construção na cidade de Brusque/SC, representando 100% da amostragem, no período de 06 de maio de 2019 a 01 de julho de 2019, com o objetivo de quantificar o consumo mensal médio comercializado na cidade, definindo como referência os meses de fevereiro/2019, março/2019 e abril/2019; de forma metodológica, foi argumentado ao gerente das lojas o intuito da pesquisa, explicando o preenchimento da ficha técnica para anotações métricas dos valores mensais vendidos e agendando o recolhimento do documento (ficha técnica) para a semana seguinte. O consumo mensal médio foi determinado pelo quociente da média aritmética, somando o consumo parcial dos três meses analisados e fracionando o valor total por 3 (três).

#### 4 ANÁLISE DOS RESULTADOS

De acordo com o levantamento de campo A, foi verificado a disposição dos resíduos de madeira em três níveis distintos conforme representado no quadro 2, que relaciona o método de coleta com a destinação da madeira residual após os processos de fabricação, escoramento e travamento das fôrmas.

Quadro 2 - Disposição dos resíduos

Nível	Método de coleta	Destinação dos resíduos
1	Informal	Lenha para geração de energia térmica
2	Formal não seletiva	Acomodação em caçambas estacionárias de caliças
3	Formal seletiva	Produção de cavaco

Sustainable Actions For The Disposal Of Waste Wood In The Construction Site: Building Cleaner Production To Improve Processes

Fonte: Autor (2021).

No levantamento de campo B, foi avaliado o consumo médio mensal de madeira de caixaria comercializada nas lojas de materiais de construção, referente as competências de fevereiro/2019, março/2019 e abril/2019. A partir das informações pesquisadas, foi contabilizado um consumo mensal médio de 2309,85 dúzias de madeira de caixaria. No campo da praça pesquisada, foi considerada a integralidade de uma população de 35 lojas, obtendo-se uma distribuição do universo amostral conforme representado no quadro 3.

Quadro 3 - Distribuição da amostragem

Volume da amostra (lojas)	Participação da amostra
21	Comercializavam a madeira do gênero <i>pinnus</i>
5	Não comercializavam a madeira
5	Não forneceram informações
4	Fechadas

Fonte: Autor (2021).

## 5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

No levantamento de campo A, foi denominado nível 1 o método de coleta informal, em que terceiros efetuavam o recolhimento dos resíduos no canteiro de obras, e a madeira era destinado como lenha para produção de energia térmica em fornos de instalações comerciais, como pizzarias, olarias, entre outros, com uma ocorrência de 30,77% dos casos. Segundo Silva *et al* (2016), o processo de queima da madeira é nocivo quando há liberação de gases poluentes como gás carbônico (CO<sub>2</sub>) e óxido de nitrogênio (NO<sub>x</sub>) para os casos de resíduos com colas à base de nitrogênio. Luchezzi (2017) ainda completa dizendo que, podem ser encontrados resíduos de madeira

Sustainable Actions For The Disposal Of Waste Wood In The Construction Site: Building  
Cleaner Production To Improve Processes

contaminados por metais, como pregos e arames, além de concreto, argamassa e produtos químicos.

No nível 2, a coleta é formal e não seletiva, ou seja, a madeira é depositada em caçambas estacionárias de empresas contratadas para coleta de caliças, com posterior destinação em lixões ou aterros sanitários, que representaram 32,70% do total, constituindo-se de crime ambiental, pois não tem amparo legal conforme preconiza as orientações da Resolução 307 do Conama (2002); além do que, segundo SINDUSCON (2015), a decomposição sem presença de oxigênio produz gás metano, potencialmente mais danoso que o CO<sub>2</sub>, considerando os efeitos relacionados aos gases do efeito estufa.

No nível 3, a coleta formal e seletiva da madeira no canteiro de obras foi destinada à produção de cavaco, com 36,53% das ocorrências pesquisadas, e representou a disposição mais sustentável para os resíduos de madeira, agregando ao processo de triagem, a trituração de todo o material e a separação dos pregos por imantação. Segundo Ramos *et al.* (2017), o cavaco com diâmetro variável entre 5 e 50 mm, permite a condição de melhoria do controle da umidade e aumenta a eficiência térmica das caldeiras, caracterizando ganhos econômico e ambiental. O SINDUSCON (2015) também afirma que, a queima da madeira sob condições controladas acima de 800 °C, é mais segura do ponto de vista ambiental. No conjunto das empresas construtoras pesquisadas, todas responderam que sustentam a prática do reaproveitamento dos cortes maiores para aplicação em outras etapas construtivas da própria obra ou em obras subsequentes.

No levantamento de campo B, a partir da análise da coleta de dados avaliados em 21 lojas que forneceram as informações requisitadas, foi determinado um consumo mensal médio de 2309,85 dúzias de madeira de caixaria do gênero *pinus*, equivalente a 415,77 m<sup>3</sup> de madeira. A condição de uso temporário na qual se destina a madeira de *pinus* utilizada como fôrma para estruturas de concreto armado, permite afirmar que em algum momento, após o reaproveitamento dos cortes maiores, todo este volume será descartado. Assim, considerando a bibliografia pesquisada, constatou-se que apenas 50% da madeira bruta extraída é transformada em produto final

Sustainable Actions For The Disposal Of Waste Wood In The Construction Site: Building Cleaner Production To Improve Processes

acabado, ou seja, madeira serrada, neste caso então, são necessários aproximadamente 623,65 m<sup>3</sup> de madeira bruta para atendimento da atual demanda. Analisando de forma equivalente e tomando como referência uma árvore de 30 cm de diâmetro e altura do tronco de 6 m, é necessária a expressiva quantidade de 1961,64 árvores mensais.

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

As análises dos levantamentos de campo permitiram formular algumas ponderações. No levantamento de campo A, apesar do maior índice representar a melhor opção entre as disposições residuais citadas, os valores são muito próximos entre si, evidenciando que não há uma convergência de ações sustentáveis entre profissionais envolvidos no processo, ou seja, as pessoas não estão conscientes da importância na solução dos problemas ambientais gerados pela construção civil. Há uma fraqueza, um desconhecimento generalizado do setor na adoção de medidas que possam mitigar os prejuízos ambientais causados pela cadeia produtiva da ICC. No levantamento de campo B, o consumo bruto de madeira análogo a 1961,64 árvores mensais beira o inimaginável. Apesar da madeira do gênero *pinnus* ter origem de floresta plantada e ser concebida para este fim, os recursos naturais como água, solo e energia são subtraídos do consumo das gerações futuras, premissa do desenvolvimento sustentável. A ineficiência dos processos de produção e a falta de comprometimento dos profissionais em legitimar uma gestão ambiental, corroboram com importante parcela no consumo e na deterioração dos recursos naturais.

A adoção do conceito estratégico da Produção mais Limpa para a compreensão gradativa de medidas na melhoria contínua dos processos de produção da construção civil, tem efeito redutor tanto para o consumo ambiental quanto para desperdício de materiais, e pode atuar como uma referência legal norteadora de políticas ambientais, contemplando uma abordagem técnica na consolidação da aprendizagem em programas de ensino formal e informal.



Sustainable Actions For The Disposal Of Waste Wood In The Construction Site: Building  
Cleaner Production To Improve Processes

Em cumprimento ao objetivo do artigo de propor ações sustentáveis para a destinação dos resíduos de madeira gerados na fabricação de fôrmas para estruturas de concreto armado, é apontado a inserção de estratégias de aprendizagem profissionalizante integrando ações disruptivas, a fim de agregar novos saberes e quebrar a resistência imposta pela mão de obra produtiva, parâmetros imperativos para uma modificação estruturante capaz de propiciar um novo paradigma ecológico.

Também é proposto como ação sustentável, a concepção de agir localmente na criação de áreas de triagem e transbordo (ATT) como ponto de coleta para pequenos volumes por parte dos governos municipais, conforme já preconizado pela Resolução 307/2002 do Conama, representando uma ação efetiva que disponibiliza para a população a oportunidade de criar uma cultura com a percepção de viés ecológico e sustentável, evitando o descarte irregular da madeira em vias públicas, queima irregular, contaminação em áreas de preservação ambiental ou em terrenos sem benfeitorias, atribuindo o correto destino seletivo dos materiais ali depositados.

Em respaldo aos dados da pesquisa, atesta-se que a destinação da madeira como lenha não pode ser considerada como um processo sustentável por si só, e está longe de ser ambientalmente correto, pois a generalização das dimensões não estimula a reciclagem de pedaços de madeira maiores, o que prolongaria o ciclo de vida do material em outros processos construtivos. A queima da lenha da madeira em fornos convencionais de estabelecimentos comerciais só se justifica quando não há nenhuma outra alternativa plausível. Enquanto que, a coleta seletiva direcionada para a produção de cavaco proporciona a consciência de triagem na própria obra, e a transformação da madeira, inicialmente residual, em um novo produto em outra indústria, fortalecendo a prática da simbiose industrial, processo que valoriza o resíduo material, diminuindo a exploração dos recursos naturais.

Os profissionais técnicos que atendem pelas atividades na construção civil necessitam adquirir aderência por princípios ambientais aos processos construtivos e na prática executada pela mão de obra produtiva, que está à parte da atual demanda por práticas sustentáveis, adotando medidas



Sustainable Actions For The Disposal Of Waste Wood In The Construction Site: Building  
Cleaner Production To Improve Processes

preventivas que evitem o desperdício da madeira, como utilizar as peças de acordo com o projeto e com o planejamento da obra, especificar em plantas técnicas paralelas ao projeto arquitetônico o reuso das peças mais de uma vez, evitando cortes desnecessários.

Finalmente, a indústria da construção civil, face ao relativismo com que trata indistintamente todos os resíduos gerados na cadeia produtiva, necessita desconstruir a atual matriz operacional baseada no consumo de recursos não renováveis a partir de uma visão sistêmica, implementando a execução de projetos cuja exigência de sustentabilidade ambiental seja norteadada por materiais de fontes recicláveis, possibilitando o equilíbrio entre o ambiente construído e o ambiente natural.

## REFERÊNCIAS

ADEODATO, Sergio; VILLELA, Malu; BETIOL, Luciana Stocco, MONZONI, Mario. **Madeira de ponta a ponta: o caminho desde a floresta até o consumo.** São Paulo: FGV RAE, 2011.

AGOPYAN, Vahan; JOHN, Vanderlei Moacyr. **O desafio da sustentabilidade na construção civil: volume 5.** José Goldemberg, coordenador. São Paulo: Blucher, 2011.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS - ABRELPE. Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2017. Disponível em: <http://www.abrelpe.org.br/panorama>. Acesso em: 24 mar. 2019

BERNSTEIN, Lenny; JOYASHREE, ROY; DELHOTAL, K. Casey; HARNISCH, Jocen; MATSUHASHI, Ryuji; PRICE, Lynn; TANAKA, Kanako; WORREL, Ernst; YAMBA, Francis; FENGQI, Zhou. **Industry. In Climate Change 2007: Mitigation.**

BOHANA, Mirela Carvalho Ribeiro et al. Redução dos resíduos da construção civil: uma tendência para as novas construções. *In: CONGRESSO BAHIANO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL*, 4., 2016, Cruz das Almas. **Anais...** Cruz das Almas: UFOB, 2016. p. 1-6.

BRASILEIRO, L. L.; MATOS, J. M. E. Revisão bibliográfica: reutilização de resíduos da construção e demolição na indústria da construção civil. **Cerâmica**, v. 61, p. 178-189, 2015.

CACHIM, Paulo Barreto. **Construção em madeira: a madeira como material de construção.** 2. ed. Porto: Engebook, 2014.

Sustainable Actions For The Disposal Of Waste Wood In The Construction Site: Building  
Cleaner Production To Improve Processes

CALIL JUNIOR, Carlito *et al.* **Estruturas de madeira: projetos, dimensionamento e exemplos de cálculo.** Rio de Janeiro: Elsevier, 2019.

CALIL JUNIOR, Carlito *et al.* **Manual de projeto e construção de passarelas com estruturas de madeira.** São Paulo: Pini, 2012.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução nº 307**, de 5 de julho de 2002. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/port/conama>. Acesso em: 04 ago. 2019.

DIAS, Reinaldo. **Gestão ambiental: responsabilidade social e sustentabilidade.** São Paulo: Atlas, 2017.

DIRETORIA DE ESTATÍSTICA E INFORMAÇÕES - DIREI. **Déficit habitacional no Brasil 2015.** Belo Horizonte: FJP, 2018.

FERNANDEZ, J. L. Borja; MARCHI, Cristina; FLORES, Fernanda. Resíduos sólidos da indústria da construção civil: contribuições, ameaças e possibilidades para um crescimento igualitário nas cidades. *In: SEMANA DE MOBILIZAÇÃO CIENTÍFICA: DIREITOS HUMANOS, ÉTICA E DIGNIDADE*, 18., 2015, Salvador. **Anais...** Salvador: UCSAL, 2015.

GOMES, Danielle L. B; DE SÁ MAGALHÃES, Vitória B. Análise de aspectos e impactos ambientais causados pela construção civil. *In: CONGRESSO NACIONAL DE PESQUISA E ENSINO EM CIÊNCIAS*, 3., 2018, Campina Grande. **Anais...** Campina Grande: UECE, 2018. p. 1-11.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE. **Deficit habitacional total e componentes: Brasil, Grandes Regiões, UF e Regiões Metropolitanas.** Rio de Janeiro: IBGE, 2015.

JOHN, VANDERLEI MOACYR. **A construção, o meio ambiente e a reciclagem.** São Paulo: PCC-EPUSP, 2010.

JOHN, VANDERLEI MOACYR. **Reciclagem de resíduos na construção civil: contribuição à metodologia de pesquisa e desenvolvimento.** 2000. Tese (Livre Docência) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, 2000.

KARPINSK, Luisete Andreis *et al.* **Gestão diferenciada de resíduos de construção civil: uma abordagem ambiental.** Porto Alegre: EdiPUCRS, 2009.

LINTZ, Rosa C. Cecche *et al.* Estudo do reaproveitamento de resíduos de construção em concretos empregados na fabricação de blocos. **Revista IBRACON de Estruturas e Materiais**, v. 5, n. 2, p. 174-181, 2012.

LUCHEZZI, Celso. **Logística reversa na construção civil: um mundo de oportunidades.** São Paulo: Haryon, 2017.

Sustainable Actions For The Disposal Of Waste Wood In The Construction Site: Building  
Cleaner Production To Improve Processes

MARCHI, Cristina Maria Dacah Fernandez; BOHANA, Mirela Carvalho Ribeiro; FERNANDEZ, Jose Luiz Borja. Gestão ambiental em resíduos sólidos: construções sustentáveis e ecoeficiência. **Sistemas & Gestão**, v. 13, p. 118-129, 2018.

MATTOSINHO, Cynthia; PIONÓRIO, Poliana. Aplicação da produção mais limpa na construção civil: uma proposta de minimização de resíduos na fonte. In: International Workshop Advances in Cleaner Production. 2., 2009, São Paulo. **Anais...** São Paulo, 2009. p. 1-9.

MIRANDA, Leonardo F. Rosembach; ANGULO, Sérgio C.; CARELLI, Élcio D. A reciclagem de construção e demolição no Brasil: 1986-2008. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 9, n. 1, p. 57-71, jan./mar. 2009.

MOURA, Romero Marinho de. Rachel Carson e os agrotóxicos 45 anos após primavera silenciosa. **Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônoma**, Recife, v. 5, n. 6, p. 44-52, 2008-2009.

MÜLLER, N.; HARNISH, J. **A blueprint for a climate friendly cement industry**. Gland: WWF Lafarge Conservation Partnership, 2008, 94p. (WWF-Lafarge Conservation Partnership Report). Disponível em : [http://assets.panda.org/download/english\\_report\\_lr\\_pdf](http://assets.panda.org/download/english_report_lr_pdf). Acesso em 17 fev. 2019.

MUNHOZ, Fabiana Costa. **Utilização do gesso para fabricação de artefatos alternativos, no contexto de produção mais limpa**. 2008. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2008.

NAGALI, André. **Gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil**. São Paulo: Oficina de Textos, 2014.

NASCIMENTO, Luis Felipe. Gestão ambiental e sustentabilidade. **Florianópolis: Departamento de Ciências da Administração/UFSC**, 148 p., [Brasília]: Capes: UAB, 2012.

NAVARRO, R. F. A evolução dos materiais. Parte 1: da pré-história ao início da era moderna. *Revista Eletrônica de Materiais e Processos*, Campina Grande, v. 1, n. 1, p. 01-11, 2006.

OLIVEIRA, Djane de F.; RIOS, Fábio Remy de A.; LUCENA, Luciana de F. Lopes. Conjuntura atual da gestão de resíduos de construção civil. In: SOUSA, Antonio Augusto P. de (org). **Sinal verde**: gestão ambiental: a experiência do CEGAMI. Campina Grande: EDUEPB, 2007. p. 126-143.

OLIVEIRA, Leandro D. de. Da Eco-92 à Rio +20: uma breve avaliação d duas décadas. **Boletim campeiro de Geografia**, Campinas, v. 2, n. 3, 2012.

Sustainable Actions For The Disposal Of Waste Wood In The Construction Site: Building  
Cleaner Production To Improve Processes

OMETTO, Aldo Roberto; GUELERE FILHO, Américo; PERES, Renata Bovo. Gestão ambiental de empresas. *In*: CALIJURO, Maria do Carmo; CUNHA, Davi G. Fernandes (org.). **Engenharia ambiental: conceitos, tecnologia e gestão**. Rio de Janeiro: Elsevier, 2013.

PASSUELLO, Ana Carolina Badalotti et al. Aplicação da Avaliação do Ciclo de Vida na Análise de Impactos Ambientais de Materiais de Construção Inovadores: estudo de caso da pegada de carbono de clínqueres alternativos. **Ambiente construído: revista da Associação Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Porto Alegre, RS, v. 14, n. 4, p. 7-20, out. dez., 2014.

PEREIRA, Graciane Regina; SANT'ANNA, Fernando Soares Pinto. **Produção mais limpa no Brasil: subsídios para implantação**. 1ª. ed. - Curitiba: Appris, 2018.

PFEIL, Walter; PFEIL, Michèle. **Estruturas de madeira**. 6. ed. rev. Rio de Janeiro: LTC, 2015.

PINTO, Tarcísio de Paula. **Gestão ambiental de resíduos da construção civil: a experiência do Sinduscon-SP**. São Paulo: Obra Limpa: I&T: Sinduscon-SP, 2005.

PINTO, Tarcísio de Paula. Metodologia para a Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção Urbana. 1999. Tese (Doutorado) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

PINTO, Tarcísio de Paula; GONZÁLES, Juan Luís Rodrigo. **Manejo e gestão de resíduos da construção civil**. Brasília: Caixa, 2005.

PIOVEZAN JÚNIOR, Gilson T. do Amaral. **Avaliação dos resíduos da construção civil (RCC) gerados no município de Santa Maria**. 2007. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2007.

RAMOS, Luciana Cristina de Carvalho *et al.* Redução de custos com a substituição de óleo BPF por biomassa em caldeiras. **Revista Conexão Mineral**, 2017.

RIBEIRO, Daniel Vêras; MORELLI, Márcio Raymundo. **Resíduos sólidos: problema ou oportunidade?**. Rio de Janeiro: Interciência, 2009.

ROSA, T. da S. *et al.* A educação ambiental como estratégia para a redução de riscos socioambientais. **Ambiente & Sociedade. São Paulo**, v. 18, n. 3, p. 211-230, 2015.

ROTH, Caroline das Graças; GARCÍAS, Carlos Mello. Construção civil e a Degradação Ambiental. **Desenvolvimento em Questão**, v. 7, n. 13, p. 111-128, 2009.

Sustainable Actions For The Disposal Of Waste Wood In The Construction Site: Building  
Cleaner Production To Improve Processes

SANTOS, Fladimir Fernandes dos *et al.* Adequação dos municípios do estado do Rio Grande do Sul à legislação de gestão de resíduos da construção civil. **Revista Iberoamerica de Engenharia Industrial**, Florianópolis, SC, Brasil, v. 4, n. 8, p. 1-18, 2012.

SANTOS, Maria Fernanda Nóbrega dos *et al.* Importância da avaliação do ciclo de vida na análise de produtos: possíveis aplicações na construção civil. **GEPROS Gestão da Produção, Operações e Sistemas**. Bauru, v. 6, n. 2, p. 57-73, 2010.

SCHNEIDER, Dan Moche; PHILIPPI JR, Arlindo. Gestão pública de resíduos da construção civil no município de São Paulo. **Ambiente Construído**, Porto Alegre, v. 4, n. 4, p. 21-32, 2004.

SERVIÇO FLORESTAL BRASILEIRO. **Florestas do Brasil em resumo - 2010: dados de 2005-2010**. Ministério do Meio Ambiente. Brasília: SFB, 2010.

SJÖSTRÖM, C. Service life of the building. Applications of the performance concept in building. **Proceedings**, Tel Aviv, v. 2, p. 6-11, 1996.

SHIGUE, Erich Kazuo. Panorama do uso da madeira na construção civil no Brasil: empresas e produtos. *In: XVI Encontro Brasileiro em Madeiras e em Estruturas de Madeira*, 2018, São Carlos. **Anais...** São Carlos: Escola de Engenharia de São Carlos, 2018, p. 1-17.

SILVA, Nathália Enéas Gomes *et al.* Resíduos de madeira produzidos na construção civil. **Cadernos de Graduação - Ciências Exatas e Tecnológicas**, Maceió, v. 3, n. 3, p. 207-214, nov. 2016.

SILVA, Robson Garcia da; SILVA, Valdenildo Pedro da. Produção mais limpa: contributos teórico-práticos para a sustentabilidade da cerâmica vermelha. **Revista Cerâmica**, São Paulo, v. 63, n. 368, p. 494-507, out./dez. 2017.

SINDICATO DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL DO ESTADO DE SÃO PAULO - SINDUSCON/SP. **Gestão ambiental de resíduos da construção civil: avanços institucionais e melhorias técnicas**. São Paulo: SindusCon, 2015.

SOUZA, Anna Freitas Portela de. **A sustentabilidade no uso da madeira de floresta plantada na construção civil**. 2010. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2010.

SUDAM - SUPERINTENDÊNCIA DO DESENVOLVIMENTO DA AMAZÔNIA. **Legislação sobre a criação da Amazônia Legal**. 2010.

TÉCHNE. Resíduos de madeira na construção: oportunidade ou perigo? **TÉCHNE A revista do engenheiro civil**, São Paulo, n. 196, p. 56-59, jun. 2013.

Sustainable Actions For The Disposal Of Waste Wood In The Construction Site: Building  
Cleaner Production To Improve Processes

UNIDO/UNEP. **Guidance manual: how to establish and operate cleaner production centers.** 2004.

WORLDWATCH INSTITUTE. Estado do mundo 2013: **A sustentabilidade ainda é possível ?** Salvador: UMA Editora, 2013.

ZENID, José Geraldo. **Madeira: uso sustentável na construção civil.** 2. ed. São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas: SVMA, 2009.

ZENID, José Geraldo. **Madeira na construção civil.** Divisão de Produtos Florestais, São Paulo: Instituto de Pesquisas Tecnológicas, 2011.

