

Trabalho de Formatura

Curso de Graduação em Engenharia Ambiental

**PANORAMA DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E
DEMOLIÇÃO EM ALGUNS MUNICÍPIOS DO ESTADO DE SÃO PAULO E O INCENTIVO
PARA MINIMIZAÇÃO DE IMPACTOS E IMPLEMENTAÇÃO DE CONSTRUÇÕES
SUSTENTÁVEIS.**

Kazuki Sonobe

Profa. Dra. Clauciana Schmidt Bueno de Moraes

(DGPA/ IGCE/ UNESP)

Rio Claro (SP)

2022

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

KAZUKI SONOBE

Panorama do gerenciamento dos resíduos de Construção e Demolição em alguns Municípios do Estado de São Paulo e o incentivo para minimização de impactos e implementação de construções sustentáveis.

Trabalho de Formatura apresentado ao Instituto de Geociências e Ciências Exatas - Câmpus de Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau de Engenheiro Ambiental.

Rio Claro - SP
2022

S699p	<p>Sonobe, Kazuki</p> <p>Panorama do gerenciamento dos resíduos de construção e demolição em alguns municípios do estado de São Paulo e o incentivo para minimização de impactos e implementação de construções sustentáveis. / Kazuki Sonobe. -- Rio Claro, 2022</p> <p>86 f.</p> <p>Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Ambiental) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro</p> <p>Orientadora: Clauciana Schmidt Bueno de Moraes</p> <p>1. Construção Sustentável. 2. Resíduos Sólidos. 3. Gestão de resíduos sólidos. 4. Certificação. 5. Municípios. I. Título.</p>
-------	--

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA

“JULIO DE MESQUITA FILHO”

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS E CIÊNCIAS EXATAS



KAZUKI SONOBE

PANORAMA DO GERENCIAMENTO DOS RESÍDUOS DE
CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO EM ALGUNS MUNICÍPIOS
DO ESTADO DE SÃO PAULO E O INCENTIVO PARA
MINIMIZAÇÃO DE IMPACTOS E IMPLEMENTAÇÃO DE
CONSTRUÇÕES SUSTENTÁVEIS.

Trabalho de Formatura apresentado ao Instituto
de Geociências e Ciências Exatas - Câmpus de
Rio Claro, da Universidade Estadual Paulista
Júlio de Mesquita Filho, para obtenção do grau
de Engenheiro Ambiental.

Comissão Examinadora

Profa. Dra. Clauciana Schmidt Bueno de Moraes (orientador)

Ms. Giulia Malaguti Braghini Marcolini Martires

Eng. Leonardo Prudente Torres Gualter

Rio Claro, 21 de Fevereiro de 2022

Assinatura do(a) aluno(a)

Assinatura do(a) orientador(a)

Resumo

O setor da construção civil possui grande importância na sociedade ao atender a demanda por moradia, porém ao mesmo tempo apresenta grandes impactos ao meio ambiente ao ser uma atividade que consome muitos recursos naturais e que gera grandes quantidades de resíduos. Algumas soluções para o problema podem partir de quem realiza o planejamento do empreendimento, como a adoção de padrões construtivos que atendam a certificações de construção sustentáveis através da utilização de determinados materiais, técnicas e métodos. Ademais, a gestão pública deve exercer a função de fiscalização e controle da geração de tais resíduos e também implantar medidas que incentivem a redução do consumo de recursos naturais e a geração de resíduos. O presente trabalho tem como objetivos apresentar alguns dos métodos, técnicas e materiais que podem ser empregados para atingir um modelo de construção mais sustentável; apresentar através de pesquisa realizada com municípios do estado de São Paulo, a abrangência da compreensão das gestões municipais acerca da geração de resíduos sólidos da construção civil na sua área de jurisdição e demonstrar as oportunidades da construção sustentável como meio de apoio às políticas públicas no gerenciamento dos RCC e no atendimento às legislações pertinentes, principalmente a Lei Federal nº 12.305/10 – Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

Palavras-chaves: Resíduos Sólidos. Resíduos da Construção Civil. Construção Sustentável. Certificação. Municípios.

Abstract

The construction sector has great importance in society as it meets the demand for housing, but at the same time has great impacts on the environment as it is an activity that consumes many natural resources and generates large amounts of waste. Some solutions to the problem can come from those who plan the project, such as the adoption of construction standards that meet sustainable construction certifications through the use of certain materials, techniques and methods. Furthermore, public management must exercise the function of inspection and control of the generation of such waste and also implement measures that encourage the reduction of consumption of natural resources and the generation of waste. This work aims to present some of the methods, techniques and materials that can be used to achieve a more sustainable construction model; present, through research carried out with municipalities in the state of São Paulo, the scope of understanding of municipal managements about the generation of solid waste from civil construction in their area of jurisdiction and demonstrate the opportunities of sustainable construction as a means of supporting public policies in management of the RCC and in compliance with the relevant legislation, mainly Federal Law 12.305/10 – National Solid Waste Policy (PNRS).

Keywords: Civil construction waste. Sustainable Construction. Green Building Certifications.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Fases da análise do impacto ambiental das construções civis.....	25
Tabela 2 - Comparativo entre alvenaria em bloco e placas cimentícias.....	33
Tabela 3 - Bloco A - Dados Gerais.....	43
Tabela 4 - Questões do Bloco B - Planos e Programas	44
Tabela 5 – Questões do Bloco E - Legislação	44
Tabela 6 - Questões do Bloco F - Tecnologias/ Instrumentos Administrativos.....	45
Tabela 7 - Questões do Bloco H.....	46
Tabela 8 – Dados dos softwares utilizados para o Gerenciamento dos Resíduos Sólidos	57
Tabela 9 - Matriz Comparativa - Objetivos da PNRS x Aspectos da Construção Civil	59
Tabela 10 – Instrumento Normativo de incentivo a utilização de tecnologias para construções mais sustentáveis	64
Tabela 11 – Prédios públicos certificados	69

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 - Geração de RCC por região em 2020 em tonelada/ano	21
Gráfico 2 – Atendimento por coleta de Resíduos Sólidos Urbanos no município	48
Gráfico 3 – Destinação final dos Resíduos Sólidos Urbanos	48
Gráfico 4 – Atendimento por tratamento e abastecimento de água.....	49
Gráfico 5 – Adesão a programas ou políticas estruturadas de compras sustentáveis.....	49
Gráfico 6 – Interesse na implantação de Programa de Compras Sustentáveis	50
Gráfico 7 – Municípios com Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) ou Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS).....	51
Gráfico 8 - Programas/ Projetos da área de gestão de resíduos sólidos	52
Gráfico 9 - Leis/resoluções/normas integralmente aplicadas no município.....	53
Gráfico 10 - Motivos para não aplicação de leis/resoluções/normas no município	54
Gráfico 11 - Instrumentos que auxiliariam na aplicação das leis/resoluções/normas do município	55
Gráfico 12 – Utilização de softwares para Gerenciamento dos Resíduos Sólidos	56
Gráfico 13 - Interesse dos municípios por software gratuito de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos	56
Gráfico 14 – Abordagem de legislações ambientais e de resíduos por parte dos softwares utilizados.....	58
Gráfico 15 – Abordagem da PNRS por parte do software utilizado	58
Gráfico 16 – Conhecimento do SIGOR pelas Gestões Municipais.....	61
Gráfico 17 – Utilização do SIGOR.....	62
Gráfico 18 – Utilização dos módulos do SIGOR	62
Gráfico 19 – Facilitação da elaboração dos Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) e da emissão dos Controles de Transportes de Resíduos (CTR) pelo uso do SIGOR	63
Gráfico 20 – Incentivos ao munícipe que utilize tecnologias para o desenvolvimento de construções mais sustentáveis	64
Gráfico 21 - Adesão a práticas para redução da geração dos resíduos no município.....	70
Gráfico 22 - Práticas para a redução da geração de resíduos	70

Gráfico 23 – Destinação dos Resíduos da Construção Civil (RCC) no município	71
Gráfico 24 – Municípios com área de transbordo e triagem para RCC	72
Gráfico 25 – Municípios com aterro específico para Resíduos da Construção Civil (RCC)	72
Gráfico 26 – Adoção de tecnologias para a gestão dos Resíduos da Construção Civil (RCC).....	73
Gráfico 27 – Relevância do volume de Resíduos da Construção Civil gerado no município para os gastos com a limpeza pública.....	74
Gráfico 28 – Legislação municipal para a gestão dos Resíduos da Construção Civil (RCC).....	74
Gráfico 29 – Existência de catálogo com dados de Construções realizadas ou em andamento....	75
Gráfico 30 – Fiscalização dos geradores de RCC e da destinação dada para este tipo de resíduo	75

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Educação, Capacitação e Divulgação.	40
Figura 2 - Demanda de ferramentas	41
Figura 3 - Demanda por incentivos e financiamentos	67
Figura 4 - Legislação, regulamentação e certificação	68

Sumário

1. Introdução	12
2. Objetivos	16
2.1. Objetivo Geral	16
2.2. Objetivos Específicos	16
3. Revisão bibliográfica	17
3.2. Construção Sustentável: Contextualização.	21
3.2.1. Construções Sustentáveis	21
3.2.2. Certificações de construções sustentáveis	23
3.3. Métodos construtivos	27
3.3.1. Métodos construtivos mais utilizados no Brasil	27
3.3.2. Métodos construtivos alternativos ao método convencional brasileiro	28
3.3.3. Importância do método construtivo na análise das certificações de construção mais sustentável	35
3.4. Fatores importantes no processo de decisão do método construtivo	36
4. Metodologia	42
5. Resultados e análises	48
6. Conclusão	77
7. Referências	80

1. Introdução

O setor da construção civil apresenta grande importância no preenchimento da necessidade humana de moradia, portanto deve ser considerado como atividade essencial para que se alcance qualidade de vida de todas as camadas sociais. Porém essa atividade se mostra causadora de grandes impactos ambientais ao ser grande consumidora de recursos naturais, e grande geradora de resíduos sólidos, muitas vezes originados da falta de planejamento ou falha na execução do projeto.

Segundo a Constituição Federal, no seu artigo 255, todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida. (BRASIL, 1988). Além disso, impõem-se como dever do Poder Público e da coletividade a defesa e preservação para as presentes e futuras gerações. Com o estabelecimento da Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS) no ano de 2010 (Lei Federal nº 12.305, de 02 de agosto de 2010), os municípios passaram a ser obrigados a atentar-se às questões relacionadas ao gerenciamento de resíduos, com a elaboração de plano municipal de gestão integrada de resíduos sólidos ou com plano de gerenciamento de resíduos sólidos, abrangendo as etapas de coleta, transporte, transbordo, tratamento, destinação final ambientalmente adequada dos resíduos sólidos e disposição final ambientalmente adequada dos rejeitos. (BRASIL, 2010)

Além disso, atualmente se verifica um aumento do interesse geral sobre temas relacionados à sustentabilidade, tendo esse interesse um impacto direto nas decisões tomadas em todos os contextos. Portanto, é de extrema importância que essa preocupação também seja verificada no setor da construção civil dado que este gera impactos negativos significativos ao meio ambiente (MORAES et al., 2020).

Nesse contexto podemos encontrar a importância das construções que se utilizam de métodos e matérias-primas que visam a redução dos impactos ao meio ambiente, integrando o meio ambiente o ser humano e as construções, visto que de acordo com John e Agopyan (2011 apud DALLA COSTA; MORAES, 2013) o setor da construção civil é o setor econômico que mais impacta o meio ambiente através do consumo de recursos naturais e da geração de resíduos sólidos.

Além disso, segundo Florim e Quelhas (2005), a falta de planejamento em obras pode levar a elevação significativa e desnecessária para o Poder Público, sendo, portanto, de interesse da administração pública definir limites e padrões nas construções com a finalidade de controlar os seus gastos e propiciar uma melhor qualidade de vida para a sua população, através da

redução dos impactos ao meio ambiente que os circunda e com o aumento da expectativa de vida pela melhoria das habitações.

No contexto das construções civis pode-se separar os impactos em alguns momentos geradores, sendo estes a obra de construção de um edifício, o uso do edifício e a sua demolição. Em todos os momentos citados pode ocorrer a geração de grandes quantidades de resíduos, tanto na forma de efluentes líquidos quanto na forma de resíduos sólidos.

Os resíduos sólidos gerados nas obras de construção civil são denominados de Resíduos da Construção Civil (RCC) ou Resíduos de Construção e Demolição (RCD) e são definidos como aqueles que são provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras de construção civil, incluindo os resultantes da preparação e da escavação de terrenos para obras civis (CONAMA, 2002; BRASIL, 2010 apud AGEM, 2018).

Esses impactos causados em todos as etapas que envolvem um edifício podem ter abrangência restrita a uma rua, um bairro ou podem até mesmo atingir toda uma cidade, causando grandes transtornos para a administração pública. Nesse cenário é importante compreender o papel da gestão no incentivo às práticas construtivas que possam diminuir os impactos causados por uma determinada construção.

A fim de situar o problema no contexto da geração de resíduos sólidos, pode-se utilizar o exemplo trazido por Cardoso (2017, apud MASTRONICOLA, 2018) do Comitê de Meio Ambiente do SindusCon (Sindicato da Indústria da Construção Civil), de São Paulo, que afirma que a geração de resíduos oriunda da construção civil é muito significativa atingindo valores de até 0,7 ton./hab.ano, representando $\frac{2}{3}$ da massa de resíduos sólidos municipais.

Portanto é necessário que se compreenda os impactos que o setor da construção civil pode gerar no contexto da gestão de resíduos sólidos, considerando-se para isso os impactos que a geração de grandes volumes de resíduos de construção pode causar na disponibilidade de áreas para aterros, na disponibilidade de recursos que poderiam ser reaproveitados ou reciclados.

A exemplo da situação de possível indisponibilidade de áreas adequadas para aterros, pode-se apontar a situação atual da baixada santista, no estado de São Paulo, que no seu Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PRGIRS/BS 2018) aponta para um panorama de esgotamento de áreas destinadas à disposição e ao tratamento de resíduos domiciliares e grandes custos envolvendo o descarte ilegal dos resíduos de construção civil, que poderiam ser mitigado pela adoção de métodos construtivos que gerem menor volume de resíduos de construção civil. (IPT, 2018)

Neste contexto e no contexto do aumento da consciência da população em geral acerca de temas relacionados ao meio ambiente e à sustentabilidade, viu-se movimentos para tratar sobre o tema de construções com menor impacto ambiental.

De acordo com Mastronicola (2018), foi criado no Brasil, em 2007 o GBC Brasil (“Green Building Council”), com base na certificação LEED 6 (“Leadership in Energy and Environmental Design”) e em 2008, foi criado o selo de certificação ambiental AQUA (Alta Qualidade Ambiental), que no Brasil é aplicado pela Fundação Vanzolini.

O selo AQUA, assim como o GBCBrasil, também tomou como base uma certificação já existente. Neste caso, a certificação que baseou a criação do selo AQUA, foi a certificação francesa “Démarche HQE - ‘Haute Qualité Environnementale’ que significa Alta Qualidade Ambiental. Essas certificações acima citadas são muito difíceis de se alcançar uma vez que para obtê-las é necessário que se tenha criatividade, que se inove na forma de construir, que se mudem conceitos e diferencie-se da maioria. Além disso, essas mudanças não têm validade se não forem combinadas com um bom planejamento, com um projeto bem feito e com um gerenciamento de alta qualidade. Esses pré-requisitos deixam claro o real motivo pelo qual no Brasil é tão difícil conseguir essas certificações já que não é dada a real importância para um bom planejamento e um bom gerenciamento de obra no nosso país. (MASTRONICOLA, 2018)

Tendo em vista a dificuldade apontada por Mastronicola (2018) na obtenção das certificações de construções sustentáveis, deve-se deixar claro que as certificações não garantem que o empreendimento certificado irá gerar menos impactos que um empreendimento não certificado que se utilize de técnicas ou métodos de construção sustentáveis.

Algumas das técnicas prestigiadas por reduzirem os impactos das construções nos ambientes urbanos são, na questão energética, o uso de ventilação e luz natural; na questão da gestão de água, o uso de dispositivos de acionamento duplo em bacias sanitárias, restritores de fluxo, aeradores de fluxo constante e sistemas de mini cisternas; e na questão dos materiais utilizados, tem-se o bambu, madeira, tijolos de solo-cimento, terra, steel frame e wood frame, agregados de cinzas com casca de arroz, agregados de cinzas com bagaço de cana de açúcar, vidro, materiais de mudança de fase, agregados com resíduos da construção civil, cimento Portland e cimento com escória de aciaria (MORAES et al., 2020).

Determinada a importância da utilização de técnicas construtivas sustentáveis é interessante considerar a implantação, por parte da gestão dos municípios, de incentivos à utilização de tais técnicas. Portanto, será definido o conceito de Resíduos da Construção Civil (RCC) e a sua relação com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS); serão apresentados métodos, materiais e técnicas que podem ser empregados nas construções sustentáveis; serão

apresentados fatores importantes na decisão dos métodos construtivos; será realizada uma pesquisa, por meio de questionário online, com municípios do Estado de São Paulo, com a finalidade de obter um panorama da situação atual dos incentivos a técnicas construtivas que visam a sustentabilidade, da abrangência do controle das gestões municipais sobre os resíduos da construção civil gerados; e por fim, será apresentada uma matriz que relaciona alguns aspectos da construção sustentável e o cumprimento dos objetivos da PNRS.

2. Objetivos

2.1. Objetivo Geral

Diagnosticar um panorama do gerenciamento dos resíduos da Construção Civil em alguns municípios do Estado de São Paulo, com as principais características, incentivos para minimização de impactos negativos advindos dos resíduos sólidos e para implementação de construções mais sustentáveis.

2.2. Objetivos Específicos

- Apresentar conceitos de Resíduos da Construção Civil (RCC), construções sustentáveis, certificações e métodos construtivos mais sustentáveis disponíveis no Brasil.
- Apresentar um panorama do gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil (RCC) de alguns municípios do Estado de São Paulo com principais características e dificuldades.
- Demonstrar as oportunidades da construção sustentável como meio de apoio às políticas públicas no gerenciamento dos RCC.
- Elaborar uma matriz comparativa com os algumas das práticas que podem ser adotadas no gerenciamento dos RCD e sua relação com a aplicação da Lei 12.305/10 – Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS).

3. Revisão bibliográfica

3.1. Resíduos da Construção Civil (RCC) e a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS)

De acordo com a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), os resíduos sólidos são definidos como o

material, substância, objeto ou bem descartado resultante de atividades humanas em sociedade, a cuja destinação final se procede, se propõe proceder ou se está obrigado a proceder, nos estados sólido ou semissólido, bem como gases contidos em recipientes e líquidos cujas particularidades tornem inviável o seu lançamento na rede pública de esgotos ou em corpos d'água, ou exijam para isso soluções técnica ou economicamente inviáveis em face da melhor tecnologia disponível (BRASIL, 2010).

Uma tipologia de resíduo sólido definida quanto à origem na PNRS é a de Resíduos da Construção Civil (RCC), também chamados de Resíduos da Construção Civil (RCC) e que é definida na resolução CONAMA n° 307 de 2002, como aqueles que

são os 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 e compensados, forros, argamassa, gesso, telhas, pavimento asfáltico, vidros, plásticos, tubulações, fiação elétrica etc., comumente chamados de entulhos de obras, caliça ou metralha. (CONAMA, 2002)

Os Resíduos da Construção Civil são classificados pela CONAMA n° 307/2002 em classes de A até D.

Os resíduos de Classe A são os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, tais como:

a) de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação e de outras obras de infraestrutura, inclusive solos provenientes de terraplanagem; b) de construção, demolição, reformas e reparos de edificações: componentes cerâmicos (tijolos, blocos, telhas, placas de revestimento etc.), argamassa e concreto; c) de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto (blocos, tubos, meio-fios etc.) produzidas nos canteiros de obras; (CONAMA, 2002).

Os resíduos Classe B são os “resíduos recicláveis para outras destinações, tais como plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso” (CONAMA, 2002).

A Classe C é reservada aos resíduos “para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação” (CONAMA, 2002).

Por fim, os resíduos Classe D

são resíduos perigosos oriundos do processo de construção, tais como tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde. (CONAMA, 2002).

De acordo com Laruccia (2014), os RCC geralmente são inertes, permanecendo inalterados por grande tempo na natureza, tendo como fator agravante a grande quantidade de entulho gerada por ano no Brasil. Além disso, o autor ressalta a prática de disposição ilegal dos resíduos de construção civil, apontando para a ineficiência ou inexistência de políticas públicas sobre o tema e para o descompromisso por parte dos geradores no manejo e destinação dos resíduos. Cabe ressaltar que existem RCC não inertes, como os de caráter perigoso, e RCC recicláveis.

Contribuindo para os dados apresentados por Laruccia (2014), podemos apresentar os dados de Conceição (2020), que indicam o aumento 75,8% na geração de resíduos sólidos no período entre 2008 e 2017, enquanto o aumento populacional foi de apenas 8,51% no mesmo período. Tem-se, portanto, que a geração de resíduos ao longo do tempo supera em grandes proporções o aumento populacional, fato que pode ser apontado, de acordo com Pearson (apud CONCEIÇÃO, 2020), à urbanização da população.

Assim, Laruccia (2014) aponta que os RCC, se dispostos incorretamente podem gerar grandes impactos ao meio ambiente, como

obstrução de córregos e enchentes, proliferação de agentes transmissores de doenças, obstrução de vias prejudicando circulação de pessoas e veículos, degradação das áreas de manancial e de proteção permanente, assoreamento de rios e córregos, obstrução dos sistemas de drenagem, tais como piscinões, galerias e sarjetas, além da degradação visual causada quanto à paisagem urbana. (LARUCCIA, 2014).

Ademais, dados da FINEP (2005 apud LARUCCIA, 2014) indicam que a disposição ilegal de resíduos da construção civil gera a necessidade de medidas corretivas de elevado valor.

Segundo a resolução CONAMA n° 307 (2002 apud LARUCCIA, 2014), a gestão dos resíduos da construção civil deve ser compartilhada entre a administração pública, os geradores

e os transportadores. Tendo cada um suas devidas responsabilidades, a administração pública atuando como fiscalizadora e controladora da atividade de transporte e destinação dos resíduos.

Assim, a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, estabelece no seu artigo 1º inciso 1º que se sujeitam a ela todas as pessoas físicas ou jurídicas, de direito público ou privado, responsáveis, direta ou indiretamente, pela geração de resíduos sólidos e as que desenvolvam ações relacionadas à gestão integrada ou ao gerenciamento de resíduos sólidos (BRASIL, 2010), nesse contexto se inserem os geradores de Resíduos da Construção Civil (RCC).

Dentro dos princípios da PNRS (artigo 6º) temos os princípios do poluidor-pagador e do protetor-recebedor (BRASIL,2010), podendo este último ser aplicado pelas gestões municipais, no contexto da geração de RCC, para beneficiar os geradores que se utilizem de métodos, práticas e tecnologias que contribuam para a redução do volume de resíduos gerados, assim como para beneficiar aqueles que contribuam para a segregação e destinação correta dos resíduos. O entendimento apresentado permite às gestões instituir instrumentos como o IPTU Verde (também chamado de IPTU Ecológico), que já é implantado em alguns municípios do estado de São Paulo.

Outro princípio é o reconhecimento do resíduo sólido reutilizável e reciclável como um bem econômico e de valor social, gerador de trabalho e renda e promotor de cidadania (BRASIL,2010), sendo este um princípio que pode ser interpretado como uma base para a instituição de cooperativas e outros tipos de organizações que incentivem a realização da atividade de reciclagem. Neste contexto materiais como gesso, plástico, papel e papelão, que são utilizados no setor da Construção Civil, podem servir de impulsionadores da atividade exercida por estas organizações.

O artigo 7º da PNRS apresenta os seus 15 objetivos, tendo 11 deles relação direta com o tema construção civil. A relação entre os objetivos da PNRS e a construção civil é ilustrada na tabela 9, apresentada na seção de Resultados e Análises deste trabalho.

A PNRS apareceu em um contexto recente de aumento da preocupação da população sobre aspectos ambientais, além do aumento dos impactos causados pelo aumento populacional e pela mudança do padrão de consumo, e passou recentemente por mudanças com o Decreto nº 10.936, de 12 de Janeiro de 2022, que criou o Programa Nacional de Logística Reversa, alterou regras para o Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos para microempresas e empresas de pequeno porte e implantou a obrigatoriedade da recuperação energética dos resíduos perigosos inflamáveis. De acordo com dados da ABRELPE (2020), a produção de RCC da região Sudeste do Brasil, onde se encontra o estado de São Paulo, representa aproximadamente 52% da

produção de RCC nacional (gráfico 1), sendo assim as gestões dos municípios entrevistados grandes atores para a adoção de práticas que sejam bons exemplos.

Outro instrumento relevante na área de estudo, ou seja, o estado de São Paulo, é o Decreto Estadual nº 60.520 dispõe que o SIGOR será constituído por módulos, sendo cada módulo dedicado a uma categoria de resíduo identificada na Lei nº 12.300, de 16 de Março de 2006, sendo resíduos urbanos, resíduos industriais, resíduos de serviços de saúde, resíduos de atividades rurais, resíduos proveniente de portos, aeroportos, terminais rodoviários, e ferroviários, postos de fronteira e estruturas similares, e resíduos da construção civil (SÃO PAULO, 2006).

Atualmente, encontram-se disponíveis os módulos de resíduos de construção civil, de resíduos recicláveis e o módulo MTR (Manifesto de Transporte de Resíduos).

De acordo com a equipe de suporte do Módulo de Construção Civil do SIGOR, fazem parte deste módulo os municípios de São José do Rio Preto, Catanduva, Bertioga, Santos, São Bernardo do Campo, Santo André, São Vicente, Indaiatuba, Bragança Paulista, Cubatão e Sertãozinho. A operação nestes municípios do módulo permite a emissão de CTR - Controle de Transporte de Resíduos para os resíduos gerados em obras.

De acordo com a CETESB (c2022b), o SIGOR pode ser uma ferramenta para auxiliar a gestão dos resíduos, possibilitando o acesso de informações de geradores, transportadores e das áreas de destinação dos resíduos, agilizando os processos, auxiliando na atividade de fiscalização e na coleta de dados.

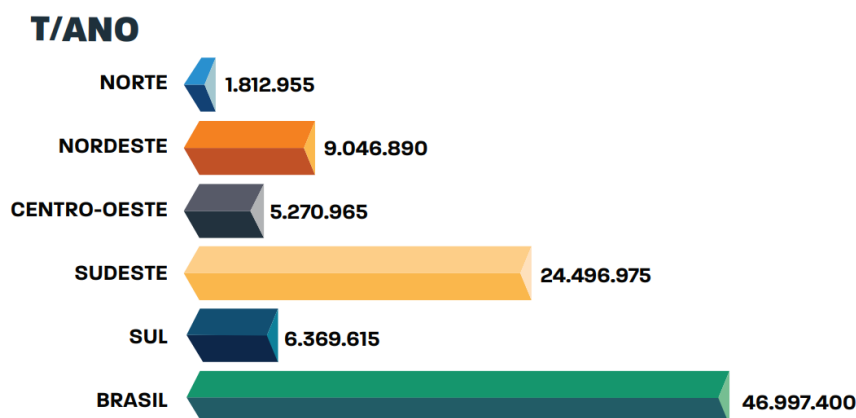
Além disso a ferramenta possibilita aos municípios:

- Divulgar legislação, normas e publicações;
- Definir parâmetros específicos de seu município;
- Disponibilizar relação dos transportadores habilitados que possuem autorização para operar no município;
- Disponibilizar relação de Áreas de Destinação legalizadas;
- Acessar e monitorar os Planos de Gerenciamento de Resíduos (PGR) das obras localizadas no município;
- Acompanhar o fluxo dos resíduos da construção civil, da sua geração à destinação final adequada;
- Sistematizar informações que possibilitam:
 - Conhecer a situação dos resíduos de construção no município: origem, volume, tipos, formas de transporte e destinação,
 - Planejar ações necessárias para a gestão de resíduos no município,
 - Identificar oportunidades de melhorias na gestão,
 - Auxiliar na fiscalização,
 - Coletar dados para a elaboração de relatórios para o Sistema Declaratório, Inventário e outros

instrumentos solicitados pelas Políticas Nacional e Estadual de Resíduos Sólidos.

- Gerar relatórios;
- Atender legislação e normas. (CETESB, 2014)

Gráfico 1 - Geração de RCC por região em 2020 em tonelada/ano



Fonte: ABRELPE, 2020.

De acordo com o CBCS (2014), a construção sustentável é um imperativo no Brasil no contexto da grande necessidade de construção de habitações para suprimir o déficit habitacional existente e conseguir proteger o meio ambiente viabilizando ainda o crescimento econômico com inclusão social.

Um instrumento legal recente, do contexto das práticas de construção sustentável é o projeto de lei nº 9938/2018, altera a Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001, que estabelece diretrizes da política urbana, para instituir a adoção de práticas de construção sustentável na política urbana. Nesse sentido, o projeto de lei, que ainda se encontra em trâmite para aprovação, inclui 4 incisos que se referem a novas diretrizes a serem implantadas, tendo como conteúdo ações que objetivam que se aumente o número de construções com técnicas e materiais sustentáveis. Além disso, o projeto de lei nº 9938/2018 propõem que quando técnica e economicamente viável, as novas edificações de propriedade da União adotarão práticas de construção sustentável.

3.2. Construção Sustentável: Contextualização.

3.2.1. Construções Sustentáveis

Com a finalidade de se definir construções sustentáveis, primeiro é necessário compreender o conceito e o histórico dos conceitos de sustentabilidade ou desenvolvimento sustentável.

De acordo com Martins (2004), a preocupação da comunidade internacional com os limites do desenvolvimento do planeta se iniciou na década de 60 com o início das discussões sobre os impactos ambientais. As discussões se tornaram muito relevantes, levando assim a ONU a promover a Conferência sobre o Meio Ambiente em Estocolmo (1972).

Em 1973, o canadense Maurice Strong lançou o conceito de ecodesenvolvimento, cujos princípios foram formulados por Ignacy Sachs. Os caminhos do desenvolvimento seriam seis:

- satisfação das necessidades básicas;
- solidariedade com as gerações futuras;
- participação da população envolvida;
- preservação dos recursos naturais e do meio ambiente;
- elaboração de um sistema social que garanta emprego, segurança social e respeito a outras culturas;
- programas de educação. (MARTINS, 2004)

O conceito trazido por Maurice Strong se referia principalmente às regiões subdesenvolvidas, envolvendo uma crítica à sociedade industrial, e neste contexto dos debates em torno do ecodesenvolvimento surgiu o conceito de desenvolvimento sustentável (MARTINS, 2004).

Ainda de acordo com Martins (2004), teve-se a contribuição, neste contexto de discussões sobre o meio ambiente, da Declaração de Cocoyok, das Nações Unidas.

A declaração afirmava que a causa da explosão demográfica era a pobreza, que também gerava a destruição desenfreada dos recursos naturais. Os países industrializados contribuíam para esse quadro com altos índices de consumo. (MARTINS, 2004)

Segundo Martins (2004), a ONU afirma que não há apenas um limite mínimo de recursos para proporcionar bem-estar ao indivíduo, há também um máximo. Além disso, em 1987 a Comissão Mundial da ONU sobre o Meio Ambiente e Desenvolvimento (UNCED) apresentou um documento chamado *Our Common Future*, mais conhecido como relatório Brundtland. No documento foi definido o desenvolvimento sustentável como o desenvolvimento que satisfaz as necessidades do presente sem comprometer a capacidade de as futuras gerações satisfazerem suas próprias necessidades.

Para Lima (2007 apud MASTRONICOLA, 2018), o desenvolvimento sustentável deve se apoiar no tripé da sustentabilidade (Triple Bottom Line, em inglês), que consiste nos aspectos ambiental, sociocultural e econômico. Portanto, o desenvolvimento sustentável é o conceito que se refere ao desenvolvimento de atividades que sejam capazes de conciliar a melhoria das condições sociais, o lucro de quem desenvolve estas atividades e a preservação do equilíbrio do meio ambiente.

Sabendo-se do conceito de desenvolvimento sustentável, podemos compreender as suas aplicações, desafios e vantagens no setor da construção civil. Assim, de acordo com o Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS) (2014), a busca pela sustentabilidade no setor da construção civil é um desafio de grandes proporções sendo o Brasil um país em desenvolvimento e um desafio maior ainda em decorrência do enorme déficit habitacional.

3.2.2. Certificações de construções sustentáveis

Como já citado na introdução deste trabalho, Mastronicola (2018) cita o surgimento, no Brasil, das certificações LEED, em 2007, e AQUA, em 2008, em um contexto de aumento de consciência da população acerca dos temas relacionados à sustentabilidade.

Contextualizando os impactos do setor da construção civil nos impactos gerais que a sociedade causa no meio ambiente temos que:

A construção civil representa a atividade humana com maior impacto sobre o meio ambiente. Por isso tem grande importância nas metas de desenvolvimento sustentável de um país. Além disto, ela promove impactos econômicos e sociais que contribuem no aumento da qualidade de vida. Dessa forma é fundamental entender os parâmetros para uma construção sustentável, suas práticas, teorias e processos de projeto. (MOTTA; AGUILAR, 2009)

Portanto, o processo de projeto das construções sustentáveis deve ser, de acordo com o CIB/UNEP-IETC (2002 apud MOTTA; AGUILAR, 2009), holístico, com a finalidade de restabelecer e manter a harmonia entre ambientes naturais e construídos e criar empreendimentos que confirmem a dignidade humana.

A construção sustentável é aquela comprometida com o desenvolvimento sustentável. Seus conceitos e práticas são usualmente relacionados a ações e metas previstas nos meios decisórios do desenvolvimento sustentável, devendo ser uma resposta a estas. (MOTTA; AGUILAR, 2009)

No contexto das construções sustentáveis, os desenvolvedores dos projetos também devem se atentar aos conceitos do tripé da sustentabilidade (projetos ambientalmente responsáveis, socialmente justos e economicamente viáveis), levando em consideração todos os três pilares. Além disso, Motta e Aguilar (2009) definem a dimensão institucional como aquela que visa fortalecer os esforços para sustentabilidade, dentro e fora de um setor.

Tendo-se o conceito de desenvolvimento sustentável no setor da construção civil definido, passa-se para as práticas que podem ser adotadas para que se alcance as metas ou os parâmetros de desenvolvimento sustentável. Sendo assim, Motta e Aguilar (2009) trazem:

O Conselho Brasileiro de Construção Sustentável (CBCS) e Associação Brasileira dos Escritórios de Arquitetura (AsBEA), apresentam algumas práticas para sustentabilidade na construção, sendo as principais:

- aproveitamento de condições naturais locais;
- utilizar mínimo de terreno e integrar-se ao ambiente natural;
- implantação e análise do entorno;
- não provocar ou reduzir impactos no entorno – paisagem, temperaturas e concentração de calor, sensação de bem-estar;
- qualidade ambiental interna e externa;
- gestão sustentável da implantação da obra;
- adaptar-se às necessidades atuais e futuras dos usuários;
- uso de matérias-primas que contribuam com a eco-eficiência do processo;
- redução do consumo energético;
- redução do consumo de água;
- reduzir, reutilizar, reciclar e dispor corretamente os resíduos sólidos;
- introduzir inovações tecnológicas sempre que possível e viável;
- educação ambiental: conscientização dos envolvidos no processo. (MOTTA; AGUILAR, 2009).

Ademais, não basta que se saiba as práticas de construção que devem ser adotadas para alcançar os objetivos de sustentabilidade (seja econômica, social ou ambiental), deve-se pensar em sustentabilidade durante todo o processo de desenvolvimento dos projetos, assim Motta e Aguilar (2009) citam as fases do projeto nas quais se deve abordar os temas relacionados à sustentabilidade:

[...] a sustentabilidade deve estar presentes em todas as fases do ambiente construído, sendo estas:

- idealização;
- concepção;
- projeto;
- construção;
- uso;
- manutenção;
- final de vida útil. (MOTTA; AGUILAR, 2009).

Valente (2009 apud DALLA COSTA; MORAES, 2013) tem opinião similar apresentando como fases pertinentes de análise de impacto ambiental as fases de concepção, implantação, uso, manutenção e demolição.

Tabela 1 - Fases da análise do impacto ambiental das construções civis.

FASE	DESCRIÇÃO
Concepção	Fase inicial, onde são realizados estudos de viabilidade e elaboração de projetos e especificações.
Implantação	Fase da construção do edifício, colocando em prática os projetos desenvolvidos.
Uso	Fase contemplada pelo uso do edifício pelos usuários.
Manutenção	Fase onde surge a necessidade de reposição de alguns elementos, de manutenção e correção de falhas.
Demolição	Fase em que o produto não é mais utilizado.

Fonte: VALENTE (2009 apud DALLA COSTA; MORAES, 2013).

Outros fatores importantes durante o processo de desenvolvimento dos projetos são:

- [...]• planejamento correto, considerando desde implantação do edifício no local, com as considerações sociais culturais e de impacto ambiental, até a técnica e métodos construtivos que permitam uma melhor qualidade e maior eficiência construtiva;
- conforto ambiental e eficiência energética, promovendo uso do edifício com conforto, térmico, visual acústico e salubridade, com baixo consumo de energia, usando, preferencialmente, as possibilidades de condicionamento passivo nos ambientes;
 - eficiência no consumo de água, considerando baixo consumo, aproveitamento de águas de chuvas, reutilização, recuperação e geração de resíduos;
 - eficiência construtiva, com materiais, técnicas e gestão que permitam um desempenho ótimo da edificação com durabilidade, e que possuam, quando analisados em toda cadeia produtiva, práticas sustentáveis de extração, produção e reciclagem;
 - eficiência em final da vida útil da construção, adotando atitudes de reciclagem, aproveitamento dos resíduos da demolição e de desconstrução, que é um processo de desmanche cuidadoso do edifício de modo a preservar seus componentes para reuso e reciclagem. (MOTTA; AGUILAR, 2009)

Além da importância que o projeto para uma intervenção de construção possui, seja ela construção ou reforma de edificação, também é importante destacar o papel fundamental da gestão ambiental dentro de um ambiente que gere resíduos e consuma recursos naturais. Portanto, o papel do responsável pela gestão ambiental de uma obra (papel que pode ser assumido pelo engenheiro civil ou arquiteto em obras pequenas) passa pelo treinamento inicial

dos colaboradores, preparação de estruturas e procedimentos que permitam a utilização eficaz de recursos naturais e a destinação correta dos resíduos, assim como pela atividade de verificação do cumprimento das orientações dadas.

Assim, pode-se compreender que a gestão ambiental dentro do ambiente da construção civil possui caráter interpessoal de grande importância, tendo o gestor papel de educador ambiental e fiscalizador, possuindo, portanto, dificuldades naturais que a gestão de pessoas impõe, sejam eles o baixo nível de escolaridade e treinamento, desmotivação e resistência à mudança, citados por Oliveira (2010) na implantação de sistemas de gestão ambiental ISO 14001.

Stone (2006 apud OLIVEIRA, 2010) afirma que é necessário identificar maneiras positivas de comunicação, conscientização, reconhecimento dos esforços e publicação de práticas de sucesso que ocorrem dentro da empresa, além disso o autor afirma que é importante que o projeto ambiental seja compatível com a cultura ou com os outros projetos da organização para que haja melhoria da adesão aos procedimentos relacionados aos sistemas de gestão ambiental.

No ambiente da construção pode-se citar como boa prática dos gestores a disponibilização de estrutura para a coleta seletiva dos resíduos gerados, como sacolas plásticas, big bags e depósitos; o reconhecimento dos funcionários que mais contribuíram para a gestão ambiental do empreendimento; a colocação de avisos para que haja o consumo consciente de recursos e para que haja a colaboração nos procedimentos da gestão ambiental.

No contexto de demanda maior por construções sustentáveis, percebeu-se necessária a criação de padrões de avaliação (chamados de certificações ambientais), além disso:

A adoção de certificações ambientais para a construção civil é uma das formas de incentivar essa busca, e seu uso cresce ao longo dos anos, inclusive no Brasil, onde dois processos se destacam: o LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) e o AQUA (Alta Qualidade Ambiental). [...] Os certificados incentivam o uso de práticas mais sustentáveis na construção civil, mas não garantem melhor desempenho durante o uso do edifício. Além disso, estes selos adquiriram uma forte conotação comercial, pois servem como diferencial de mercado. Esta característica não se constitui numa desvantagem, mas deve ser considerada, pois influenciará no desenvolvimento do modelo de avaliação ambiental para a construção civil. (DALLA COSTA; MORAES, 2013).

Apesar de haver uma demanda crescente por construções certificadas, no geral os custos são vistos como custos adicionais (DALLA COSTA; MORAES, 2013), além disso:

No Brasil o custo direto (que incide durante a fase de construção) é muito valorizado, e por vezes cria barreiras à implantação dos conceitos. Quando

analisamos os custos indiretos (incorporação, manutenção e operação), o impacto é revertido. O GBCB indica que nos Estados Unidos as construções sustentáveis apresentaram melhoras significativas nos índices de controle ambiental, com redução de até 30% o consumo de energia, 50% o consumo de água, 35% a emissão de CO₂ e 90% o descarte de resíduos, além de garantir um ambiente interno saudável e produtivo. O retorno, neste caso, é muitas vezes acompanhado por uma melhora na venda do produto final. O mercado está pagando de 10% a 20% a mais pelo metro quadrado construído de um empreendimento certificado, mas a valorização do produto final vai além do preço de venda. (DALLA COSTA; MORAES, 2013).

Além disso, SILVA (2003 apud DALLA COSTA; MORAES, 2013) indica que ao adotar sistemas de certificação ambiental pode haver melhoria da percepção do mercado com relação às empresas e profissionais que adotem práticas de projeto e construção mais sustentáveis, além de citar a facilitação de acesso a financiamentos e novos mercados. Ademais, também apresenta um entendimento de aquecimento do mercado para construções certificadas com maior desempenho ambiental.

No contexto de eficiência e impacto ambiental, SILVA (2003 apud DALLA COSTA; MORAES, 2013) aponta que as certificações podem estimular a melhoria do desempenho de novos edifícios e até de edifícios já existentes, o autor ressalta ainda que a longo prazo pode-se reduzir custos através da redução do uso de recursos financeiros e naturais, além de gerar maior satisfação dos clientes e reduzir possíveis riscos financeiros.

3.3. Métodos construtivos

3.3.1. Métodos construtivos mais utilizados no Brasil

Para atingir os objetivos deste trabalho é importante que seja apresentado o panorama de utilização dos métodos construtivos no Brasil. Assim,

Segundo Carvalho e Sposto (2012), o Brasil é um país muito “atrasado” em relação à construção civil, adotando um método arcaico e demorado.(MASTRONICOLA, 2018).

O método construtivo chamado de arcaico e demorado por Carvalho e Sposto (2012 apud MASTRONICOLA, 2018) é o método que, de acordo com a Abrasfe, se utiliza de um “esqueleto” formado a partir da combinação de pilares, lajes e vigas, tendo as paredes a função única de fechar e separar ambientes, não sendo elemento estrutural. Portanto, neste método mais utilizado no Brasil, a carga da construção é suportada pelo sistema pilares, lajes e vigas.

Além disso,

[...] a indústria da construção brasileira tem sido caracterizada por processos predominantemente artesanais, pouco produtivos e de grande desperdício, com as seguintes características (SANTIAGO; ARAÚJO, 2008; COLOMBO; BAZZO, 2001):

- caráter não homogêneo e não seriado de produção devido à singularidade do produto feito sob encomenda;
- dependência de fatores climáticos no processo construtivo com períodos de construção relativamente longo;
- a divisão das responsabilidades entre várias empresas em que o processo de subcontratação é comum;
- significativa rotatividade da força de trabalho;
- o caráter semi artesanal (manufatureiro) do processo construtivo. (LACERDA; DE OLIVEIRA GOMES, 2014)

Segundo Mastronicola (2018), o Brasil, assim como os outros países em desenvolvimento, diferencia-se de países desenvolvidos, no quesito construção civil, pelo grau sustentabilidade dos métodos construtivos empregados. Ademais, o autor aponta para uma melhora do cenário a partir da década de 90.

[...] Essas melhorias aconteceram devido a mudança na legislação e devido a criação da Resolução 307/2002 do Conama, a Lei de Eficiência Energética de 2001 e o PROCEL - Programa Nacional de Conservação de Energia Elétrica. Na construção civil geram-se resíduos das mais diferentes formas e características em praticamente todos os processos da obra. Tendo em vista esse aspecto, o CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente criou a Resolução 307/2002, que "estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil". (MASTRONICOLA, 2018).

3.3.2. Métodos construtivos alternativos ao método convencional brasileiro

No contexto da necessidade de introduzir sustentabilidade nas construções é importante que se racionalize as etapas da construção, assim de acordo com Barth e Vefago (2007 apud LACERDA; DE OLIVEIRA GOMES, 2014) o objetivo de racionalização da construção é obtido com o uso de componentes pré-fabricados em um sistema construtivo que integra projeto, fabricação, montagem e responsabilidade técnica do fabricante quanto ao desempenho e à durabilidade da edificação.

Os sistemas construtivos baseados em componentes pré-fabricados geram menos resíduos caracterizados como RCC, pois são sistemas modulares e compatíveis, aumentando assim a eficiência econômica e diminuindo o tempo de construção. (BARTH; VEFAGO, 2007 apud LACERDA; DE OLIVEIRA GOMES, 2014). A tendência é que a qualidade dos produtos

pré-fabricados também aumente, devido a melhorias no controle de qualidade, tendo assim um aumento de participação de mercado. Outras vantagens dos sistemas baseados em componentes pré-fabricados são a execução mais precisa dos projetos, diminuição dos desperdícios, aumento da garantia dos prazos de execução da obra, aumento do desempenho e da durabilidade da edificação (TEREZO, 2011; WEINSCHENCK, 2012 apud LACERDA; DE OLIVEIRA GOMES, 2014).

Com a utilização dos sistemas construtivos baseados em componentes pré-fabricados os canteiros de obra se transformam em locais de montagem das edificações, tendo como vantagens diminuir os improvisos e reduzir os desperdícios (LACERDA; DE OLIVEIRA GOMES, 2014).

Além disso,

A redução do impacto ambiental é evidente nas obras de estruturas pré-fabricadas, sendo que há uma racionalização dos processos construtivos [...]. (LACERDA; DE OLIVEIRA GOMES, 2014).

Os principais métodos adotados para construções sustentáveis são o Light Steel Frame, o Wood Frame, e os métodos que se utilizam de materiais pré-fabricados como o DryWall (placas de gesso), as placas cimentícias, as placas de OSB, os blocos de concreto pré-fabricados e as telhas sanduíche. Além disso, se não for possível a utilização de métodos alternativos ao tradicional, podem ser utilizadas alternativas ao cimento tradicional e aos agregados tradicionais.

A utilização do DryWall, de acordo com Mastronicola (2018), oferece vantagens quando comparada com a construção convencional (baseada em alvenaria de bloco) nas etapas de instalação elétrica e hidráulica. Na construção com DryWall, as instalações elétrica e hidráulica são realizadas antes da fixação das placas de gesso, evitando assim o retrabalho, o desperdício e a geração de resíduos que ocorre com a utilização do material convencional, já que no método convencional a parede é construída e cortada para a passagem das instalações elétrica e hidráulica.

Mastronicola (2018) cita que pode haver a necessidade de cortes na construção de DryWall, porém estes cortes levam a uma geração de resíduos pequena, não sendo comparável com a geração das construções convencionais. Além disso, Oliveira (2014 apud MASTRONICOLA, 2018) explica que o método pode ser considerado sustentável porque o resíduo gerado consiste em placas de gesso e perfis de aço galvanizado que são passíveis de reciclagem. As placas de gesso podem ser utilizadas como matéria-prima para misturas que

precisam de gesso e os perfis de aço galvanizado podem ser reciclados nas indústrias que as fabricaram, podendo retornar ao setor da construção civil. Além disso, o autor cita que o peso da estrutura da construção convencional chega a ser o dobro da apresentada ao se utilizar o DryWall, gerando uma redução do número de estacas utilizadas para realizar a fundação da edificação, consumindo menos recursos e barateando o custo da obra.

Outra alternativa ao método convencional é o sistema de construção chamado de Light Steel Frame (que pode ser traduzido como “estrutura leve de aço”), que, de acordo com Mastronicola (2018), é constituída por perfis metálicos, os quais formam o “esqueleto” do edifício, tendo a função de suportar as cargas da edificação. Sendo assim, este método suprime a necessidade de se construir pilares, lajes e vigas e diminui a necessidade de grandes estruturas, como fundações, devido ao seu peso ser 1/7 do peso da estrutura da construção convencional. Além disso, o método Light Steel Frame se utiliza das placas de gesso (DryWall) para realizar o fechamento das divisórias internas e das placas cimentícias para o fechamento externo da edificação. Tendo em vista o seu peso reduzido, o autor afirma que se pode realizar uma fundação rasa, do tipo radier, por exemplo, gerando redução de custos com escavação.

Mastronicola (2018) ressalta que é normal a percepção de semelhança entre os dois métodos e destaca que o sistema Light Steel Frame consiste em estruturas de aço galvanizado, utilizadas na obra inteira, capazes de suportar os esforços exigidos pela edificação, tendo assim características e propriedades estruturais; e que o sistema construtivo DryWall é o método utilizado somente para vedações, divisórias e outras finalidades que não envolvam e não necessitam de capacidade de resistir a esforço estrutural.

O trabalho de Mastronicola (2018) apresenta uma comparação somente entre o método convencional, Light Steel Frame e DryWall (paredes externas em método convencional). Portanto, neste estudo, chega-se à conclusão de que dos três métodos/materiais apresentados o Light Steel Frame é o método construtivo mais sustentável, pois, de acordo com o autor, não necessita da confecção de estruturas para suporte de esforços, e além disso por ser um sistema constituído por perfis de aço galvanizado e placas de gesso, os quais são recicláveis e podem ser reaproveitados dentro da própria obra. Ademais, o autor indica o método para quem desejar um método que além de ser sustentável seja rápido.

Apesar de se mostrar um método muito interessante, o Light Steel Frame, no estudo de Mastronicola (2018) apresenta desempenho financeiro inferior se comparado ao método convencional e ao sistema DryWall. O autor aponta para fatores como a existência de poucos fornecedores e menor número de trabalhadores especializados, o que gera custos elevados, fatores que provavelmente com a evolução da popularidade do método vão ser atenuados.

Mastronicola (2018) conclui seu trabalho afirmando que o método que se utiliza do DryWall é mais barato, mais rápido, mantém uma qualidade alta no produto final e reduz o volume de resíduo quando comparado com o método convencional, além de trazer a possibilidade de reciclar os materiais não utilizados. Além disso, ressalta que o método Light Steel Frame se destaca em relação ao método convencional e até mesmo em relação ao método que se utiliza de DryWall, sendo o Light Steel Frame mais sustentável e mais eficiente, do ponto de vista exclusivamente da engenharia.

Apresentado os métodos DryWall e Light Steel Frame, parte-se agora para o método Wood Frame (quadro ou estrutura de madeira, em português). De acordo com Molina e Junior (2010), o Wood Frame é um

[..] sistema construtivo industrializado, durável, estruturado com perfis de madeira reflorestada tratada, formando painéis de pisos, paredes e telhado que são combinados e/ou revestidos com outros materiais, com a finalidade de aumentar os confortos térmico e acústico, além de proteger a edificação de intempéries e também contra o fogo (MOLINA; JUNIOR, 2010)

Molina e Junior (2010) citam que o Wood Frame é utilizado, assim como o Light Steel Frame como estrutura, portanto, deve-se utilizar outros materiais como o DryWall ou placas cimentícias para as vedações e divisórias dos espaços. Assim como o Light Steel Frame, é apontado pelos autores que a técnica também sofre pela falta de mão-de-obra especializada, tornando assim o custo de produção superior ao custo da produção de uma casa convencional (em alvenaria).

Assim como os outros métodos até então apresentados, de acordo com Molina e Junior (2010), o sistema Wood Frame possui sua concepção em ambiente industrial, reduzindo significativamente os desperdícios e consequentemente a geração dos resíduos da construção civil (RCC). Os autores ressaltam ainda que o método ganha produtividade por ter dinâmica de obra limpa e seca (terminologia utilizada para designar obras realizadas com baixo ou nenhum uso de água), constituindo assim em um método mais sustentável que o método convencional.

Ademais, o método pode ser considerado mais sustentável, pois de acordo com Molina e Junior (2010), o comportamento estrutural do Wood Frame é superior ao da alvenaria estrutural em peso, resistência, conforto acústico e térmico. Neste contexto, o emprego deste método pode gerar a redução do consumo de energia elétrica gasta em resfriamento do ambiente.

Molina e Junior (2010) consideram, também, o método sustentável, por ter a madeira como principal insumo, sendo a madeira o único material de construção renovável, que

demanda baixo consumo energético para produção, e que sequestra carbono da atmosfera durante o crescimento da árvore.

A característica de, assim como o Light Steel Frame, poder ter as estruturas dos sistemas elétricos e hidráulicos instaladas anteriormente à vedação evita a geração de resíduos da construção civil (RCC).

Molina e Junior (2010), apontam para a vinculação da ideia de sistema industrializado com construção padronizada, e assim tanto o Light Steel Frame, que já foi apresentado, quanto o Wood Frame, não devem ser vinculados a projetos inflexíveis, podendo os métodos industrializados ser empregados para a execução de qualquer tipo de projeto, desde casas populares até com alto padrão de acabamento.

Em contextos nos quais as técnicas construtivas baseadas em Steel Frame ou Wood Frame não possam ser executadas, deve-se verificar a viabilidade técnica do uso de materiais alternativos ao cimento e aos agregados.

Assim, pode-se recorrer a alternativas como o cimento com Resíduos da Construção Civil e de Demolição, cimento com escória de alto-forno, cimento com pó de calcário, agregados com Resíduos da Construção Civil e de Demolição, agregado siderúrgico ou escória de acácia, agregado com cinzas do bagaço da cana, agregado com cinzas de cascas de arroz, agregados com cinzas volantes, agregado com cerâmica vermelha, agregado com pneu inservível, agregado com vidro (KWAI, 2013).

Outro método moderno de construção, que visa à racionalização dos processos de construção a partir da industrialização, consiste no uso de placas cimentícias. As placas cimentícias são constituídas pela mistura de pasta de cimento e agregados (agregados minerais leves, como a perita), com reforço de fibras, malhas ou telas (CARVALHO, 2015). As placas cimentícias podem conter aditivos, os quais podem permitir o uso das placas em áreas molhadas, sendo assim o produto utilizado para revestimentos externos, como fachadas, e também em áreas internas, como cozinhas e banheiros (MARTINELLI, 2015 apud CARVALHO, 2015).

Assim como os outros métodos apresentados, a utilização das placas cimentícias proporciona uma redução de peso da estrutura, podendo chegar a 1/10 do peso de alvenarias tradicionais, além de também gerar uma quantidade pequena de resíduo (RCC) (ETERNIT apud CARVALHO, 2015).

O estudo de Carvalho (2015) apresenta uma perspectiva de custos indiretos, ou seja, aqueles que não decorrem diretamente do custo dos materiais, mão-de-obra, por exemplo, chegando à conclusão de que para uma construtora os gastos indiretos despendidos no método

convencional geram um custo adicional em relação à construção com placas cimentícias. Ademais, no quesito sustentabilidade, apresenta-se uma comparação entre os impactos de emissão de gás carbônico (CO₂) e de resíduos gerados durante a obra, tendo o uso das placas cimentícias (Aquapanel - produto da marca Knauf) desempenho superior nos dois critérios. De acordo com Carvalho (2015), o uso das placas cimentícias gerou uma redução de 69% na geração de resíduos.

Tabela 2 - Comparativo entre alvenaria em bloco e placas cimentícias.

ALVENARIA EM BLOCO	
Meio Ambiente	
Emissões de 55 kg CO ₂ / m ²	655.182 Kg CO ₂
Resíduos Gerados durante a obra	266 Toneladas
AQUAPANEL	
Meio Ambiente	
Emissões de 14.5 kg CO ₂ / m ²	172.735,6 Kg CO ₂
Resíduos Gerados durante a obra	82 Toneladas

Fonte: MÓDULO ENGENHARIA (2014 apud CARVALHO, 2015)

Ainda abordando os materiais que podem ser utilizados na vedação e separação de espaços, pode-se citar o OSB, sigla para Oriented Strand Board (Chapa de tiras de madeira orientadas), que é um material bastante rígido, estável e resistente a impactos. Construída a partir da organização de tiras de madeira na mesma direção, as chapas recebem resina e são prensadas a temperaturas elevadas (LEROY MERLIN, c2021a).

As chapas de OSB são resistentes à umidade, podem ser utilizadas em paredes, telhados, pisos, lajes secas e outros locais, além de poderem ser utilizadas para decoração. Além disso, para sua finalização podem ser utilizados vernizes e tintas para madeira (LEROY MERLIN, c2021a).

No quesito sustentabilidade, pode-se citar o pequeno impacto ambiental causado na sua produção, tendo como insumo madeira de reflorestamento, aproveitando-se todas as partes do tronco da árvore. Além disso, em conjunto com soluções como as placas de gesso (DryWall) e as placas cimentícias, as chapas de OSB são materiais da chamada construção a seco (LEROY MERLIN, c2021a).

Outra alternativa para vedação de ambientes é a utilização de blocos de concreto pré-fabricados, que consistem em artefatos de concreto produzidos fora do local em que serão instalados de maneira definitiva (NBR 9062:2017 - Projeto e Execução de Estruturas de

Concreto Pré-Moldado apud PIRAMIDE PRÉ-MOLDADOS, 2019) e que são produzidos em regime industrial com total controle de qualidade (PIRAMIDE PRÉ-MOLDADOS, 2019).

Assim como as outras alternativas apresentadas, a utilização de blocos de concreto pré-fabricados proporciona redução do tempo de trabalho da mão de obra, além de reduzir desperdícios e consequentemente resíduos, tendo como outra vantagem gerar uma obra mais rápida que a realizada com a utilização de materiais convencionais (PIRAMIDE PRÉ-MOLDADOS, 2019).

Considerando-se agora o aspecto de cobertura das edificações residenciais, pode-se considerar a utilização da telha termoacústica, mais conhecida como telha sanduíche, que é composta por duas chapas de material metálico (zinco) e isolante térmico no meio, que pode ser o isopor ou o poliuretano (VIVADECORA, 2019). Portanto, deve-se considerar esta alternativa pois além de necessitar de baixo madeiramento, também necessita de baixa inclinação (15%) para instalação (LEROY MERLIN, c2021b), permitindo assim uma economia de materiais em relação às telhas cerâmicas (convencionais), que além da alta necessidade de madeiramento para suporte, alta necessidade de mão-de-obra (instalação mais rápida), também necessitam de mais área de parede para adequar o projeto à inclinação necessária (30%).

Além dos argumentos relacionados ao tema de mão-de-obra, quantidade de material utilizado, rapidez de instalação, as telhas termoacústicas podem gerar conforto térmico e acústico (VIVADECORA, 2019), gerando assim uma economia de energia com refrigeração do edifício.

O uso dos métodos apresentados até aqui, ou seja, DryWall, Light Steel Frame, Wood Frame, uso de pré-fabricados, uso de telhas sanduíche, uso de alternativas ao cimento tradicional e aos agregados tradicionais representam uma diminuição de recursos utilizados para a construção das estruturas de fundação do edifício, pois todas apresentam reduzido peso quando comparados com a construção convencional com o uso de blocos cerâmicos.

Além disso, de acordo com Molina e Junior (2010) em países da América do Norte, Ásia e Europa, como Canadá, EUA, Japão e Alemanha, sistemas de casas em Wood Frame, de excelente qualidade são amplamente utilizados, compondo 95% das casas construídas nos Estados Unidos.

Além dos métodos construtivos já apresentados, devem-se considerar algumas das técnicas e equipamentos prestigiados por reduzirem os impactos das construções no ambiente urbanos, que são, na questão energética, o uso de ventilação e luz natural; na questão da gestão de água, o uso de dispositivos de acionamento duplo em bacias sanitárias, restritores de fluxo, aeradores de fluxo constante e sistemas de mini cisternas (MORAES et al., 2020).

3.3.3. Importância do método construtivo na análise das certificações de construção mais sustentável

Uma maneira de realizar a avaliação da sustentabilidade de construções é através da utilização das certificações, sendo as certificações LEED e AQUA duas das certificações mais famosas. Podendo estas certificações auxiliar no estabelecimento de critérios para a avaliação de projetos de incentivos governamentais.

A certificação LEED versão 4 apresenta sistema de pontuação para avaliar a sustentabilidade de edificações, dedicando alguns pontos aos materiais utilizados, à avaliação de ciclo de vida e aos impactos que os produtos empregados podem gerar no ciclo de vida.

O crédito MR (Materiais e Recursos) “Redução do Impacto do Ciclo de Vida no Edifício”, tem como objetivo incentivar o reuso adaptável e otimizar o desempenho ambiental de produtos e materiais (GBC Brasil, 2014). Este crédito avalia como as decisões iniciais tomadas na etapa de projeto podem reduzir os impactos ambientais gerados, seja pela reutilização de recursos existentes no edifício como pela redução do uso de materiais.

Outro crédito da categoria MR (Materiais e Recursos) trata da “Divulgação e Otimização de Produto do Edifício - Declarações Ambientais de Produtos”, incentivando o uso de produtos e materiais cujas informações de ciclo de vida estejam disponíveis e que tenham impactos ambientais, econômicos e sociais de ciclo de vida vantajosos. Os pontos deste crédito têm como objetivo recompensar as equipes responsáveis pela elaboração de projetos que selecionem produtos de fabricantes que tenham impactos aprimorados e verificados no ciclo de vida útil ambiental.

Na mesma vertente do crédito “Divulgação e Otimização de Produto do Edifício - Declarações Ambientais de Produtos”, o crédito “Divulgação e Otimização de Produto do Edifício - Ingredientes do Material” recompensa as equipes de projeto que selecionem produtos cujos ingredientes químicos estejam catalogados por uma metodologia aceita e que selecionem produtos que comprovadamente minimizem o uso e a geração de substâncias perigosas. Além disso, este crédito visa recompensar os fabricantes de matérias-primas que produzam produtos que comprovadamente melhoram seus impactos no ciclo de vida.

Ademais, a certificação AQUA também apresenta tópicos relacionados à geração de resíduos na etapa da construção de edificações, sendo o tema abordado nas categorias 2 e 3, respectivamente, “Produtos, Sistemas e Processos Construtivos” e “Canteiro de Obras”.

A categoria 2 da certificação AQUA, sob o nome de “Produtos, Sistemas e Processos Construtivos” avalia a qualidade técnica, ambiental e sanitária dos materiais, produtos e equipamentos utilizados, além de analisar os revestimentos de piso e analisar se os fabricantes de produtos e os fornecedores de serviços não pratiquem a informalidade na cadeia produtiva.

A categoria 3 da certificação AQUA, sob o nome de “Canteiro de Obras”, também é importante no contexto da gestão de resíduos sólidos da construção civil e trata de atividades enquadradas no que se chama de Gestão de Canteiro, atividade que envolve a elaboração, instalação de estruturas, treinamento dos colaboradores e verificação da separação e destinação correta dos RCC, avaliação do compromisso e dos objetivos do canteiro de obras, a limitação dos incômodos e da poluição do canteiro, e por fim também considera os aspectos sociais no canteiro de obras.

A atividade de Gestão de Canteiro se apresenta como um ponto fundamental na identificação de pontos de melhoria na questão de desperdício de materiais, uma vez que através desta atividade se monitora a quantidade e a qualidade dos materiais que irão ser dispostos, sendo assim essencial quando se pretender ter um empreendimento, seja este uma reforma, construção, de grandes proporções ou de pequenas proporções. Assim, deve-se compreender que a atividade de Gestão de Canteiro não deve se limitar àqueles empreendimentos que queiram possuir uma certificação de construção mais sustentável.

3.4. Fatores importantes no processo de decisão do método construtivo

A fim de se compreender os incentivos que os gestores públicos podem utilizar para aumentar a sustentabilidade dos recursos naturais e dos recursos econômicos é necessário entender o processo decisório que envolve a escolha do método construtivo ou dos materiais a serem empregados na construção de um edifício.

Primeiro, cabe ressaltar que a escolha de outro método ou materiais pode representar um “choque cultural”, pois a maior parte da população brasileira está acostumada com o sistema de blocos cerâmicos, vigas, lajes, pilares e revestimento de massa externa, sendo o preconceito com as novas tecnologias uma barreira para a escolha de métodos ou materiais diferentes (CARVALHO, 2015).

Em segundo lugar, de acordo com Mastronicola (2018) existem países em que os métodos construtivos mais sustentáveis são mais difundidos e mais utilizados, porém, no Brasil, estes métodos apresentam inserção devagar por conta da aceitação da população, da

desconfiança com os novos produtos (propriedades dos materiais) e da pequena “divulgação” das empresas.

Ainda, de acordo com Rahman (2014) os métodos modernos de construção oferecem vários benefícios, porém apresentam baixa aceitação, isso decorre das barreiras que impedem a escolha por tais métodos. Assim, Rahman (2014) indica que as barreiras mais comuns, as desvantagens e as questões problemáticas podem ser agrupadas em oito títulos, sendo estes custos, habilidades e experiência, cultura e motivação, ferramentas e padrões, mercado de métodos modernos de construção, indústria, flexibilidade e interface, e projetos.

As questões relacionadas a custos envolvem o alto investimento inicial das indústrias de componentes e módulos para métodos de construção modernos envolvendo a compra de maquinário e da planta da fábrica (BRE, 2007; NAO, 2005; CHIANG et al., 2006 apud RAHMAN, 2014), além disso os empreendedores precisam adquirir todas as matérias-primas no início do projeto, levando a custos iniciais ainda maiores (MTECH CONSULT LIMITED, 2009 apud RAHMAN, 2014). Ademais, a maior parte dos custos gerais destas indústrias são fixos, independentemente da produção, e também, este tipo de indústria se beneficia de ganhos de escala, portanto o custo por unidade se torna maior se o volume negociado for pequeno (PAN et al., 2011 apud RAHMAN, 2014).

Em conjunto com os altos custos iniciais das indústrias, o que leva a menor procura de investimento no setor, o potencial de haver maiores custos gerais quando comparado a métodos tradicionais (CHIANG et al., 2006; PAN et al., 2011 apud RAHMAN, 2014) podem causar dificuldades na obtenção de financiamentos para projetos (HOMES AND COMMUNITIES AGENCY (HCA), 2010 apud RAHMAN, 2014).

Outro grupo citado por RAHMAN (2014) é o relacionado às habilidades e experiência, segundo Jaillon e Poon (2010 apud RAHMAN, 2014) os métodos modernos de construção exigem mão-de-obra altamente qualificada, tanto para produzir as partes e módulos nas fábricas quanto para a montagem precisa das partes na obra. Ademais, a pequena demanda por projetos que usem os métodos modernos de construção faz com que poucas pessoas aprendam a utilização destes (HCA, 2010 apud RAHMAN, 2014).

O próximo ponto citado por RAHMAN (2014) é a questão relacionada à cultura e motivação. Muitas pessoas suspeitam da performance e qualidade dos métodos modernos de construção devido às falhas de alta repercussão ocorridas no passado (BRE, 2001 apud RAHMAN, 2014). Ainda, pelo fato de os materiais e alguns componentes dos métodos modernos de construção serem leves, há a impressão de que são de baixa qualidade, menos duráveis ou que deverão passar por mais manutenções (BURA, 2005; YAU, 2006 apud

RAHMAN, 2014), além de passar a impressão de que vão gerar mais calor durante o verão (BRE, 2007 apud RAHMAN, 2014).

Ainda na questão da motivação e cultura, algumas empresas e pessoas não estão dispostas a testar novos métodos (COOPERATIVE RESEARCH CENTRE FOR CONSTRUCTION INNOVATION (CRC), 2007 apud RAHMAN, 2014). Em conjunto estes fatores levam à relutância, por parte dos fabricantes, de criar inovações e melhorar os métodos e materiais modernos de construção (INNOVATIVE OFFSITE, 2010 apud RAHMAN, 2014).

Por fim, faltam incentivos para as empresas inovarem e melhorarem (HCA, 2010 apud RAHMAN, 2014) e, além disso, os clientes estão mais interessados em uma habitação bem construída na localização certa que no método utilizado (BRE, 2007 apud RAHMAN, 2014), porque consideram as edificações como investimentos e não consideram o método construtivo utilizado para construir como um bom investimento (YAU, 2006; CRC, 2007 apud RAHMAN, 2014).

O quarto grupo apontado por Rahman (2014) é o das questões relacionadas às ferramentas e padrões. O autor afirma que muitos dos diferentes métodos de construção modernos são inovações recentes e que muitas outras se tornaram alternativas viáveis recentemente, fator que pode explicar a falta de mão-de-obra especializada e de fornecedores.

Além disso, há uma falta de padronização de design (YAU, 2006; PAN et al., 2011 apud RAHMAN, 2014) e algumas das ferramentas relevantes de avaliação de qualidade e certificação ainda estão sendo desenvolvidas (NADIM e GOULDING, 2011 apud RAHMAN, 2014). Como resultado, há poucas ferramentas e certificações para construções mais sustentáveis e o governo ainda precisa incluí-las nas leis e normas de planejamento. (HCA, 2010 apud RAHMAN, 2014).

A quinta barreira indicada por Rahman (2014) é o mercado de métodos de construção modernos, o qual representa uma demanda pequena, que controla a capacidade dos fabricantes existentes. Assim, os fabricantes dos materiais e componentes dos métodos modernos de construção precisam cobrar preços maiores para serem capazes de obter lucro, levando ao aumento do custo total dos projetos (YAU, 2006; MTECH, 2009; HCA, 2010; PAN et al., 2011 apud RAHMAN, 2014). Adicionalmente, os fornecedores não querem que os fabricantes de componentes e materiais de construção civil mudem para o segmento de métodos modernos por medo de redução dos lucros, isolando assim o mercado dos fornecedores de produtos para métodos modernos de construção a partir da redução dos preços dos seus próprios produtos (PAN et al., 2005 apud RAHMAN, 2014).

A próxima barreira é titulada de ‘problemas relacionados à indústria’, de acordo com Wong (2000 apud RAHMAN, 2014), os métodos modernos de construção necessitam de comunicação frequente e efetiva entre as partes envolvidas, desde o período do projeto, para assegurar a que as entregas cheguem a tempo quando necessárias. Além disso, a natureza fragmentada da indústria de construção restringe a comunicação e coordenação necessária, fazendo com que seja mais difícil a padronização dos métodos, podendo levar a problemas de incompatibilidade, baixa qualidade estrutural e grande número de defeitos (HCA, 2010; YAU, 2006; MTECH, 2009 apud RAHMAN, 2014).

A sétima barreira se refere à interface e flexibilidade na execução dos projetos. Neste tema, os métodos modernos de construção são inflexíveis e não se adequam a mudanças de projeto tardias (YAU, 2006; BRE, 2007; JAILLON e POON, 2010 apud RAHMAN, 2014). Uma vez iniciada a produção dos componentes da construção, mudanças de projeto podem causar como efeitos na integração das diferentes partes (INNOVATE OFFSITE, 2010 apud RAHMAN, 2014). Além da integração entre componentes pré-fabricados, pode haver problemas de integração entre componentes pré-fabricados e componentes produzidos no canteiro de obras (BRE, 2007; YAU, 2006 apud RAHMAN, 2014).

A última barreira apontada são os problemas específicos dos projetos, tendo como exemplo a utilização de componentes grandes que podem ter dificuldade de acesso à área da obra (WONG, 2000; BRE, 2007; JAILLON e POON, 2010 apud RAHMAN, 2014). Ademais, o número limitado de produtores de componentes para os métodos modernos de construção (YAU, 2006 apud RAHMAN, 2014) podem resultar em uma grande distância entre a fábrica e a obra, tendo como consequência altos custos de transporte (INNOVATIVE OFFSITE, 2010 apud RAHMAN, 2014).

Tendo como objeto as barreiras à construção sustentável, o Conselho Brasileiro de Construções Sustentáveis (CBCS) apresentou pesquisa na forma de questionário abordando três grandes temas (água, energia e materiais), possuindo como subtemas a abordagem dos respondentes em relação ao emprego dos insumos e o posicionamento em relação às barreiras na sua abordagem. (CBCS, 2014).

O estudo aponta para um cenário geral de:

- carências de conhecimento, necessidade de campanhas de esclarecimento à população e demanda por maior grau de capacitação técnica dos envolvidos;
- necessidade de criação de ferramentas específicas;
- necessidade de criação de incentivos e linhas de financiamentos;
- demanda de legislação e regulamentos específicos. (CBCS, 2014)

A pesquisa apresenta a importância da barreira da educação, capacitação e divulgação na área de materiais, sendo que para 66% dos entrevistados há falta de informação e de profissionais capacitados, além disso, 56% dos entrevistados acreditam que o conhecimento técnico da equipe seja uma barreira. Por fim, 34% dos entrevistados acreditam que a falta de compreensão de ganhos financeiros é uma barreira para a implantação de inovação e novos materiais nos projetos.

Os entrevistados apontam para o papel do público como iniciador de práticas de sustentabilidade em edificações, sendo exemplo para a adoção destas práticas em empresas e residências.

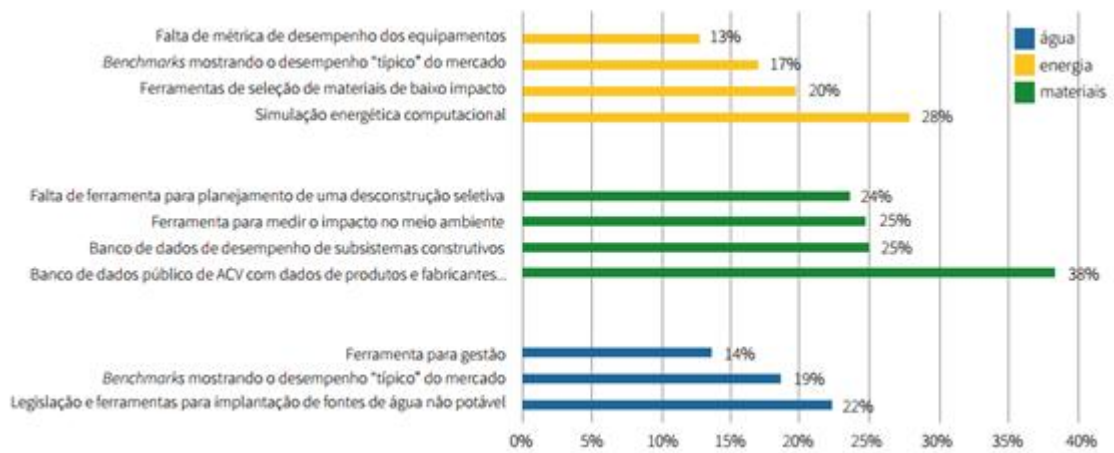
Figura 1 - Educação, Capacitação e Divulgação.



Fonte: CBCS, 2014.

Com relação às ferramentas necessárias, em relação à área de energia, 38% dos entrevistados apontam para a necessidade da criação de um banco de dados públicos de Análise de Ciclo de Vida (ACV), com dados de produtos e fabricantes nacionais, que seja de livre acesso, com parâmetros ambientais como vida útil, conforto térmico, consumo energético, emissão de CO₂, entre outros aspectos.

Figura 2 - Demanda de ferramentas



Fonte: CBCS, 2014.

4. Metodologia

O presente trabalho tem caráter exploratório e descritivo, podendo ser definido como tal por ter como objetivos diagnosticar um panorama do gerenciamento dos resíduos da Construção Civil em alguns municípios do Estado de São Paulo e identificar as oportunidades da construção sustentável como meio de apoio às políticas públicas no gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil (RCC) na gestão municipal, envolvendo levantamento bibliográfico e coleta de informações com pessoas que possuem experiência prática com o problema. Além disso, a partir deste trabalho foi possível descrever as características dos impactos e da gestão dos RCC em alguns dos municípios do Estado de São Paulo (GIL, 2002).

Primeiramente foi realizada uma pesquisa com base em artigos científicos que expõem o cenário nacional e internacional do uso de técnicas e equipamentos que podem ser utilizados no contexto da construção civil e que tenham como característica a redução do impacto ambiental quando comparadas com as técnicas e equipamentos tradicionalmente utilizados com a finalidade de apresentar as possibilidades existentes aos gestores públicos e à população geral.

Após, definiu-se as certificações de construção mais sustentável e foram apresentadas as principais representantes do contexto atual. Além disso, apresentou-se, baseado em artigos científicos, fatores importantes no processo decisório de escolha dos métodos e equipamentos a serem utilizados em uma construção civil.

Por fim, com o objetivo de identificar a abrangência do controle das gestões municipais sobre os resíduos da Construção Civil gerados foi realizada a escolha das questões do questionário que faz parte da pesquisa “Política Nacional de Resíduos Sólidos: Proposta Metodológica com o Uso de Instrumentos Legais, Administrativos e Tecnológicos como Subsídio para sua Implementação e Gerenciamento Sustentável” (MORAES, 2021), o qual foi distribuído entre prefeituras do estado de São Paulo, e cujas respostas permitiram a aquisição de dados de caráter qualitativo e quantitativo.

De acordo com Gerhardt e Silveira (2009), a pesquisa de caráter qualitativo é aquela não se preocupa com a representatividade numérica, tendo como foco a obtenção de respostas que venham a auxiliar na compreensão de um determinado grupo.

De acordo com Fonseca (2002, apud GERHARDT e SILVEIRA, 2009), a pesquisa quantitativa difere da qualitativa pois os seus resultados podem ser quantificados, assim a pesquisa quantitativa é mais objetiva e recorre a instrumentos padronizado e neutros, como a plataforma utilizada para a realização do questionário de MORAES (2021). Além disso, o autor

destaca que a utilização das duas modalidades de pesquisa permite obter mais informações do que se poderia obter isoladamente.

A distribuição dos questionários foi realizada de forma online através de plataforma digital gratuita, tendo como forma de distribuição o envio de links via e-mail. A plataforma utilizada possibilita a visualização dos dados na forma de gráficos, sendo esta a principal forma de tratamento dos dados.

A pesquisa foi dividida em 10 blocos, totalizando 155 questões. Cada bloco abordou um aspecto do gerenciamento dos resíduos sólidos (MORAES, 2021).

O conjunto da coleta dos dados derivados da distribuição dos questionários e da pesquisa bibliográfica realizada objetivou apresentar um panorama das principais técnicas que podem ser utilizadas nas construções sustentáveis, quais os seus impactos no contexto da gestão ambiental urbana e como o poder público pode contribuir para o aumento da utilização destas técnicas construtivas.

Devido aos objetivos do presente trabalho, foram escolhidas apenas as questões que serão apresentadas nos resultados deste trabalho. Sendo assim, as questões do Bloco A (Dados Gerais) foram escolhidas a fim de compreender de maneira generalista a situação dos resíduos sólidos na gestão municipal, e para gerar um panorama de condições que possam se contribuir de construções com materiais e práticas mais sustentáveis. A tabela 3 mostra as questões selecionadas.

Tabela 3 - Bloco A - Dados Gerais

Nº	Questão	Tipo de questão
1	Nome do Município	Aberta
18	Qual é a porcentagem da população atingida por coleta de Resíduos Sólidos Urbanos no município?	Múltipla escolha
20	A Destinação final dos Resíduos Sólidos Urbanos é em:	Múltipla escolha
22	Qual é a porcentagem da população atendida por tratamento e abastecimento de água?	Múltipla escolha
24	O município possui algum programa ou política estruturada de compras públicas sustentáveis que disponha de critérios próprios de sustentabilidade para a aquisição de bens, contratações de serviços ou de obras na administração municipal?	Múltipla escolha

25	Se houver respondido SIM para questão anterior, qual o nome do Programa ou o número e ano do instrumento legal que normatiza a política?	Aberta
27	A gestão municipal possui interesse em implantar um Programa de Compras Sustentáveis?	Múltipla escolha

Fonte: MORAES, 2021. Elaborado pelo autor.

No Bloco B (Planos e Programas) foram selecionadas questões que destacam os planos, programas, projetos e leis importantes para o município no contexto da gestão ambiental. Do Bloco E foram escolhidas as questões que apresentam as leis, normas e resoluções que são integralmente aplicadas no município do respondente, além das questões que apresentam as dificuldades encontradas e possíveis soluções à aplicação das leis, resoluções e normas do município. A tabela 4 mostra as questões utilizadas da pesquisa.

Tabela 4 - Questões do Bloco B - Planos e Programas

Nº	Questão	Tipo de questão
4	O município possui Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) ou Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PRGIRS) instituído e em funcionamento?	Múltipla escolha
17	Quais os principais programas e/ou projetos específicos para a área de gestão de resíduos sólidos que estão em andamento no município e poderiam ser consideradas boas-práticas?	Aberta

Fonte: MORAES, 2021. Elaborado pelo autor.

O Bloco E apresenta as questões relacionadas à Legislação que possui vínculo com a gestão de resíduos, assim foram escolhidas as questões mostradas na tabela 5, as quais possuem relação com a gestão dos RCC.

Tabela 5 – Questões do Bloco E - Legislação

Nº	Questão	Tipo de questão
1	Quais das leis/resoluções/normas a seguir são integralmente aplicadas no município? Marque todas as opções que se aplicam.	Checklist

2	Classifique, utilizando a escala abaixo, quão frequente os motivos expostos são a razão para a não aplicação de algumas leis/resoluções/normas no município.	Grade Múltipla Escolha
4	Marque os instrumentos a seguir que auxiliariam na aplicação das Leis/resoluções/normas no município. Marque todas as opções que se aplicam.	Checklist

Fonte: MORAES, 2021. Elaborado pelo autor.

No Bloco F (Tecnologias/ Instrumentos Administrativos), buscou-se analisar as práticas do município com relação às construções mais sustentáveis, tanto na utilização por parte do próprio município quanto no incentivo às construções realizadas pelos munícipes, além de abordar as práticas e instrumentos utilizados na gestão de resíduos do município e verificar pontos de melhoria. Assim, foram escolhidas as questões apresentadas na tabela 6.

Tabela 6 - Questões do Bloco F - Tecnologias/ Instrumentos Administrativos

Nº	Questão	Tipo de questão
1	O município utiliza algum software para o Gerenciamento dos Resíduos Sólidos?	Múltipla escolha
2	Qual o software para o Gerenciamento dos Resíduos Sólidos utilizado pelo município?	Aberta
3	Se houver o uso de algum software ele é:	Múltipla escolha
5	Qual é a empresa responsável pelo desenvolvimento do software de gerenciamento de resíduos utilizado pelo município?	Aberta
6	O software aborda legislações ambientais e de resíduos?	Múltipla escolha
8	O software aborda a Política Nacional dos Resíduos Sólidos (PNRS – Lei 12.305/10)?	Múltipla escolha
9	Caso não haja o uso de um software, se houvesse um software gratuito facilitaria no Gerenciamento dos Resíduos Sólidos no município?	Múltipla escolha
11	O município tem o conhecimento do SIGOR?	Múltipla escolha
12	O município utiliza do SIGOR?	Múltipla escolha
13	Se tiver respondido SIM para a pergunta anterior, qual módulo faz uso?	Múltipla escolha

14	O sistema utilizado pela CETESB facilita na elaboração dos Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) e a emissão dos Controles de Transportes de Resíduos (CTRs)?	Múltipla escolha
15	Se respondeu NÃO para a pergunta anterior, por que?	Aberta
18	O município apresenta incentivos ao munícipe que utilize tecnologias para o desenvolvimento de construções mais sustentáveis? (ex: IPTU Ecológico, IPTU Verde, etc)	Múltipla escolha
19	Em caso afirmativo na questão anterior, qual a nomenclatura, o número e ano do instrumento normativo?	Aberta
21	Existem prédios públicos com certificação para construções ambientais no município? Se sim, os prédios públicos possuem qual(is) certificações? Marque todas as opções que se aplicam.	Checklist
27	Há alguma prática para redução da geração dos resíduos no município?	Múltipla escolha
28	No caso de haver alguma prática para redução da geração dos resíduos no município, para quais resíduos e quais processos a prática é aplicada?	Múltipla escolha

Fonte: MORAES, 2021. Elaborado pelo autor.

Por fim, o Bloco H, com o título “Resíduos de Construção e Demolição” apresenta-se como um dos principais para compreender a dinâmica de geração, fiscalização e destinação relacionada com a área da construção civil. As questões foram selecionadas para compreender se a produção de RCC contribui para o aumento do volume de resíduos destinados a aterros de resíduos domiciliares, e, portanto, contribuindo negativamente para a diminuição da vida útil destes. Além disso, por meio das questões selecionadas neste bloco procura-se gerar um panorama das ferramentas de incentivo, fiscalização e normatização adotadas em cada município.

Tabela 7 - Questões do Bloco H

Nº	Questão	Tipo de questão
1	Como é realizada a destinação de Resíduos da Construção Civil (RCC) no município?	Múltipla escolha
2	O município possui áreas de transbordo e triagem para RCC?	Múltipla escolha

4	A cidade possui aterro específico para Resíduos da Construção Civil - RCC?	Múltipla escolha
5	O município adota algum tipo de tecnologia ou prática para a gestão dos Resíduos da Construção Civil (RCC)? Se sim, quais são as tecnologias ou práticas utilizadas?	Aberta
6	Em relação aos gastos com a limpeza pública do município, quão relevante é o volume de Resíduos da Construção Civil gerado pelo município e sua gestão?	Múltipla escolha
7	O município possui legislação municipal para a gestão dos Resíduos da Construção Civil?	Múltipla escolha
8	A cidade possui um catálogo com dados de construções realizadas nos últimos anos e em andamento?	Múltipla escolha
10	O município fiscaliza os geradores de RCC e a destinação dada para os resíduos por estes gerados?	Múltipla escolha

Fonte: MORAES, 2021. Elaborado pelo autor.

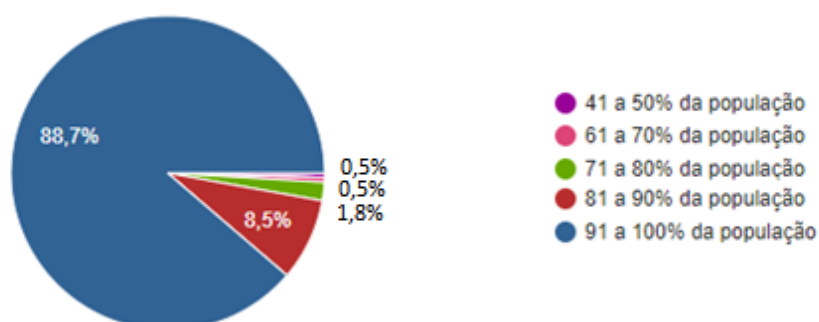
Cabe ressaltar que os dados utilizados neste trabalho foram os coletados até a data de 28/01/2022, tendo a pesquisa a colaboração de 213 municípios do estado de São Paulo na resposta das questões apresentadas pela pesquisa Gerenciamento dos Resíduos Sólidos em parceria com a Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo, através do Programa Município Verde Azul (PMVA) e do Comitê de Integração de Resíduos Sólidos (MORAES, 2021).

Além disso, cabe trazer que o PMVA é um programa do Governo do Estado de São Paulo, lançado em 2007, com o objetivo de estimular e auxiliar as prefeituras paulistas na elaboração e execução de suas políticas públicas estratégicas para o desenvolvimento sustentável do estado de São Paulo (Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo, c2022b).

5. Resultados e análises

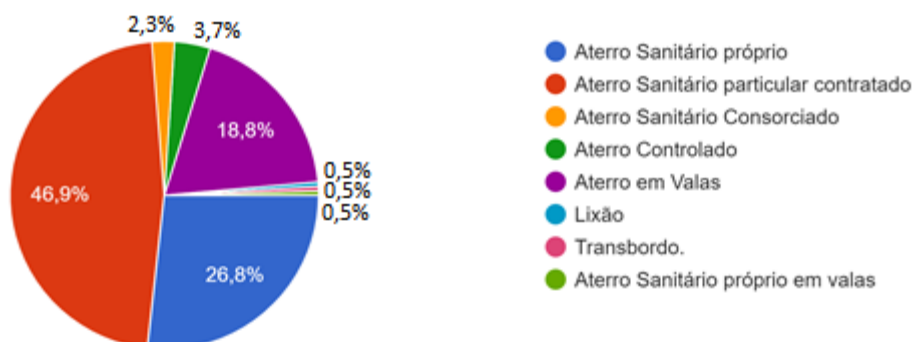
As questões escolhidas do Bloco A foram escolhidas a fim de compreender de maneira generalista a situação dos resíduos sólidos na gestão municipal, e para gerar um panorama de condições que possam se contribuir de construções com materiais e práticas mais sustentáveis.

Gráfico 2 – Atendimento por coleta de Resíduos Sólidos Urbanos no município



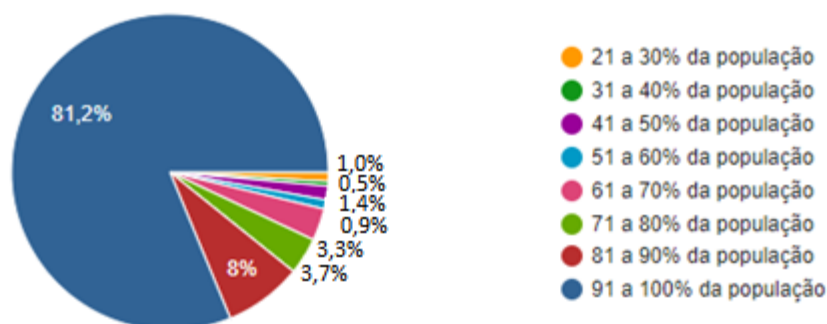
Fonte: MORAES, 2021.

Gráfico 3 – Destinação final dos Resíduos Sólidos Urbanos



Fonte: MORAES, 2021.

Gráfico 4 – Atendimento por tratamento e abastecimento de água.

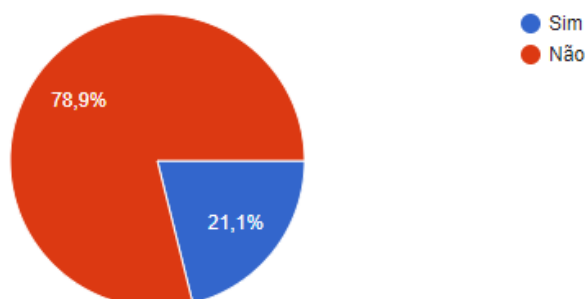


Fonte: MORAES, 2021.

As questões 18, 20 e 22 do bloco A (gráficos 2, 3 e 4) apresentam dados que demonstram o estágio avançado em que o estado de São Paulo se encontra, principalmente no quesito resíduos domiciliares, tendo os 213 municípios respondentes grande abrangência na coleta de resíduos sólidos urbanos e na distribuição de água tratada, além de possuir como destino dos resíduos sólidos urbanos domiciliares de 98,6% dos municípios aterros (sanitários/em valas/controlado).

O gráfico 4 se relaciona com o tema construções sustentáveis, já que técnicas como a reutilização da água no próprio empreendimento trazem benefícios a sociedade ao diminuir a demanda por tratamento de efluentes, além de reduzir a pressão dos corpos d'água ou aquíferos nos quais a água é coletada no município.

Gráfico 5 – Adesão a programas ou políticas estruturadas de compras sustentáveis



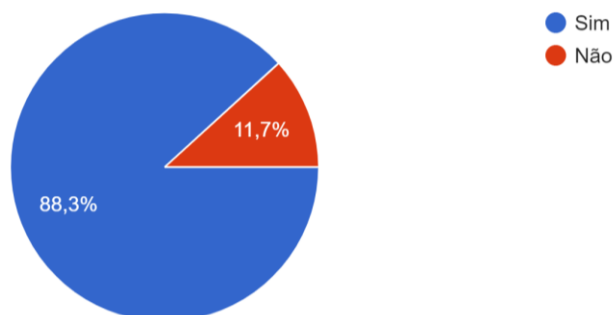
Fonte: MORAES, 2021.

Dos 213 municípios, quase 80% apresenta programas ou políticas de compras sustentáveis, sendo um número relevante, porém que pode apresentar melhorias com o auxílio do governo estadual e a utilização de legislações e diretrizes pré-existentis.

Quando questionados sobre o programa/política utilizada apenas 34 apresentaram a Legislação em questão, tendo 10 municípios (29,4%) respondido que realizam a compra de madeira requisitando o DOF (Documento de Origem Florestal) e baseando-se no CADMADEIRA (cadastro estadual das pessoas jurídicas que comercializam, no Estado de São Paulo, produtos e subprodutos de origem nativa da flora brasileira (Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo, c2022a)). Além disso, 4 municípios (11,8%) responderam seguir as diretrizes do Programa Nacional de Alimentação Escolar (PNAE - Lei N° 11.947 de 2009).

Além dos dispositivos destinados à compra de madeira e do PNAE, outros municípios se utilizam de legislação e programas próprios para a realização de compras públicas.

Gráfico 6 – Interesse na implantação de Programa de Compras Sustentáveis

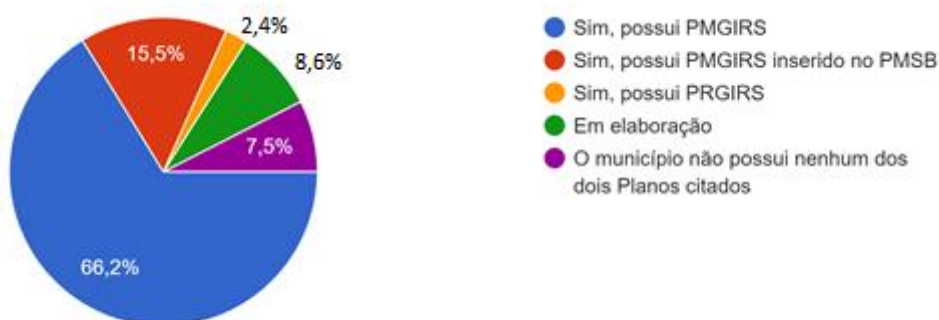


Fonte: MORAES, 2021.

O grande interesse na implantação de programa ou política de compras sustentáveis (Gráfico 6) demonstra a conscientização da maioria dos gestores a respeito da importância da seleção de fornecedores que possuam práticas que não sejam ilegais, que contribuam para o ambiente em que estão inseridos e que ofereçam as melhores alternativas no quesito sustentabilidade. Além disso, a implantação de tais programas é apresentada como um dos objetivos da PNRS.

No Bloco B foram selecionadas questões que destacam os planos, programas, projetos e leis importantes para o município no contexto da gestão ambiental.

Gráfico 7 – Municípios com Plano Municipal de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) ou Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PGIRS)



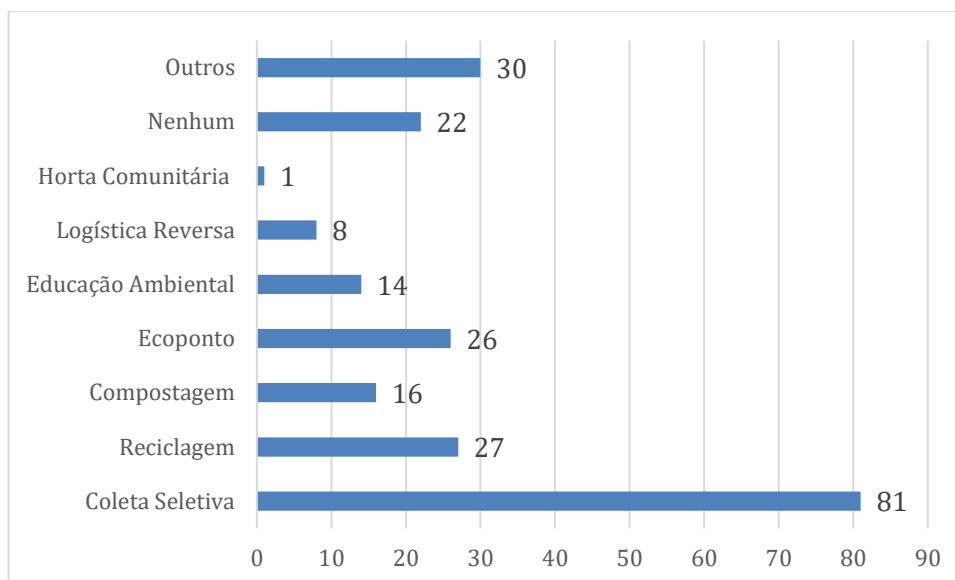
Fonte: MORAES, 2021.

O gráfico 7 apresenta que 16% dos municípios entrevistados ainda não possuem Plano de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos, fator que pode ser responsável por vulnerabilidades ao meio ambiente, uma vez que a Política Nacional de Resíduos Sólidos (PNRS), Lei Federal nº 12.305 de 2 de agosto de 2010, determina que os Planos Municipais de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos (PMGIRS) possuam um conteúdo mínimo descrito no seu artigo 19. Dentre os incisos do artigo 19 se encontra o inciso III, o qual prevê a identificação dos tipos de resíduos sólidos e dos geradores que devem elaborar plano de gerenciamento específico ou implantar sistema de logística reversa.

Ademais, o artigo 19 ainda apresenta outros incisos que exigem como conteúdo mínimo a identificação da situação atual dos resíduos sólidos gerados, suas características e a destinação/disposição final adotadas, além da identificação de áreas favoráveis para disposição final ambientalmente adequada.

Além disso, o artigo 18 da PNRS trata da exigência do PMGIRS para o acesso a recursos da União destinados a empreendimentos e serviços relacionados à limpeza urbana e ao manejo de resíduos sólidos, ou para que os municípios sejam beneficiados por incentivos ou financiamentos que tenham origem entidades federais de crédito ou fomento.

Gráfico 8 - Programas/ Projetos da área de gestão de resíduos sólidos



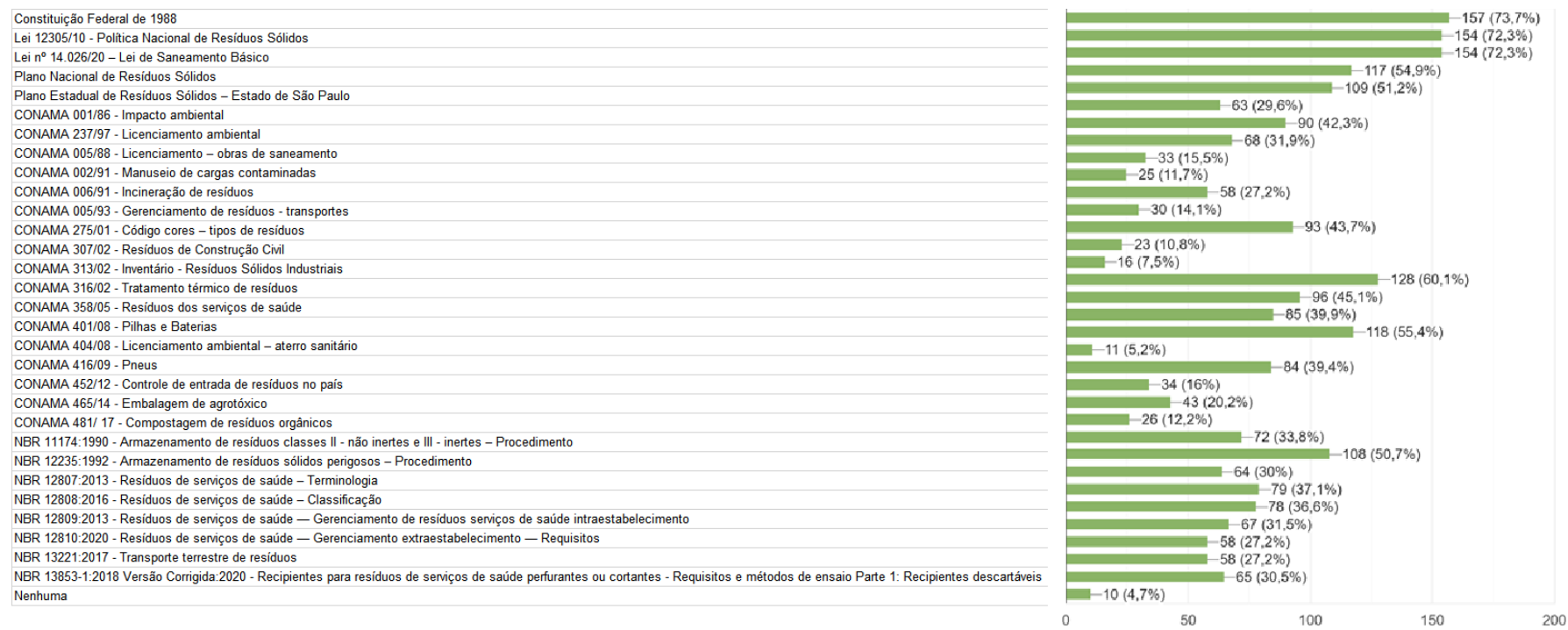
Fonte: MORAES, 2021. Elaborado pelo autor.

Questionados sobre os principais programas e/ou projetos específicos para a área de gestão de resíduos sólidos que estão em andamento no município e poderiam ser consideradas boas-práticas (Gráfico 8), grande parte dos 213 municípios afirmou implantar a coleta seletiva e outras formas complementares de programas que se destinam à reciclagem de resíduos, como a implantação e incentivo à atividade cooperativa para a coleta e triagem dos resíduos recicláveis e educação ambiental da população, e instalação de estruturas de entrega voluntária de resíduos. Algumas das outras iniciativas são a implantação de centros de compostagem, hortas, coleta de óleo usado, substituição de copos descartáveis por canecas.

Destacou-se neste quesito o município de Santo André, com o programa Moeda Verde, que possibilita a troca de 5kg de resíduos recicláveis por 1kg de alimento (frutas, legumes e verduras), com foco nas áreas de baixa renda.

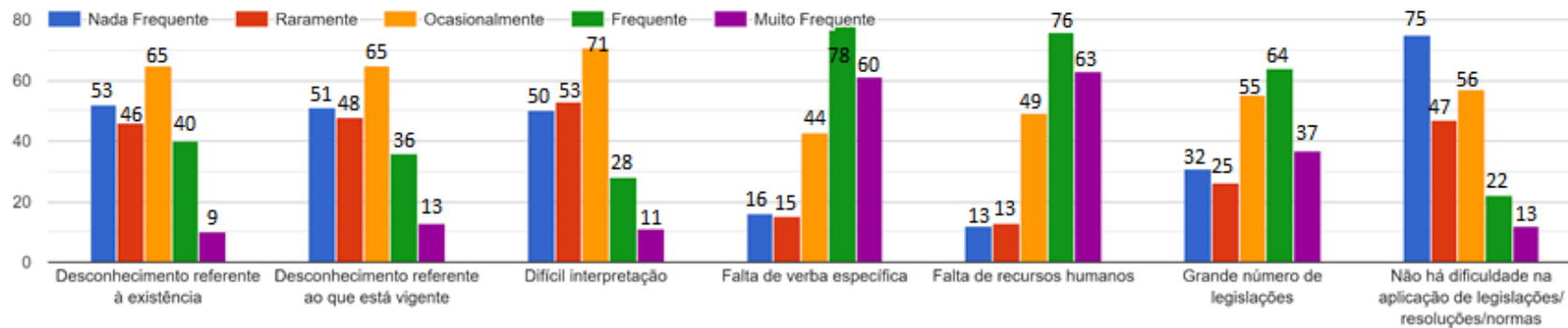
No Bloco E foram escolhidas as questões que apresentam as leis, normas e resoluções que são integralmente aplicadas no município do respondente, além das questões que apresentam as dificuldades encontradas e possíveis soluções à aplicação das leis, resoluções e normas do município.

Gráfico 9 - Leis/resoluções/normas integralmente aplicadas no município



Fonte: MORAES, 2021. Elaborado pelo autor.

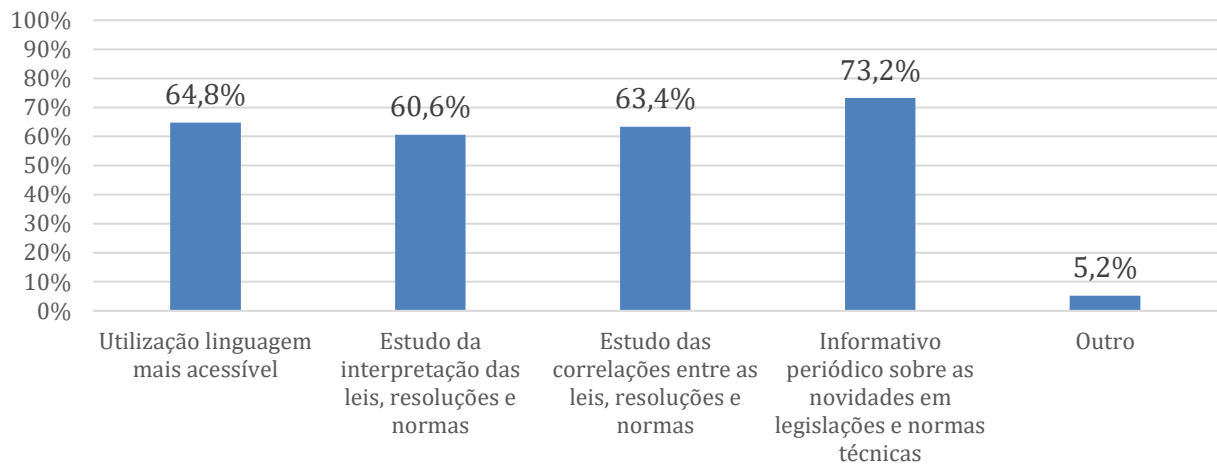
Gráfico 10 - Motivos para não aplicação de leis/resoluções/normas no município



Fonte: MORAES, 2021. Elaborado pelo autor.

As informações apresentadas no Gráfico 10 apontam como muito frequente e frequente a falta de verba específica e a falta de mão de obra, como frequente o grande número de legislações e como ocasional o desconhecimento da existência, da vigência e a difícil interpretação. Assim esses fatores são empecilhos a aplicação adequada de todas as legislações vigentes no município.

Gráfico 11 - Instrumentos que auxiliariam na aplicação das leis/resoluções/normas do município

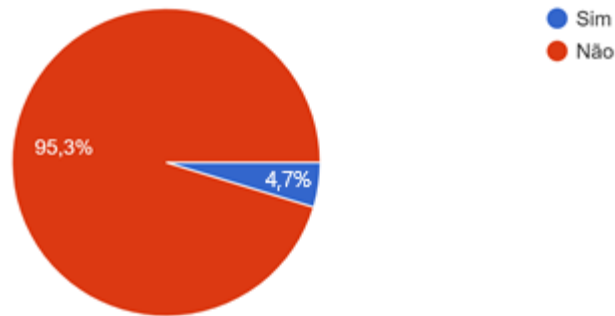


Fonte: MORAES, 2021. Elaborado pelo autor.

Como solução para os fatores apontados no gráfico 10, pode-se adotar os instrumentos indicados no gráfico 11, sendo eles a utilização de linguagem mais acessível na elaboração das legislações, realização de estudos que visem interpretar as legislações e normas e que visem correlacionar as leis, resoluções e normas, além de produzir-se informativo periódico sobre as novidades em legislações e normas técnicas.

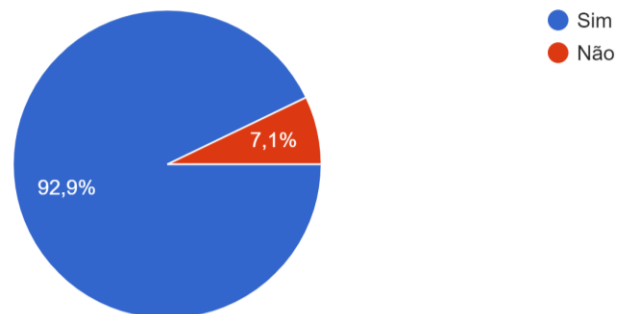
No Bloco F, buscou-se analisar as práticas do município com relação às construções mais sustentáveis, tanto na utilização por parte do próprio município quanto no incentivo às construções realizadas pelos munícipes, além de abordar as práticas e instrumentos utilizados na gestão de resíduos do município e verificar pontos de melhoria.

Gráfico 12 – Utilização de softwares para Gerenciamento dos Resíduos Sólidos



Fonte: MORAES, 2021.

Gráfico 13 - Interesse dos municípios por software gratuito de Gerenciamento dos Resíduos Sólidos



Fonte: MORAES, 2021.

O gráfico 12 apresenta um cenário, dentro do estado de São Paulo, de baixa utilização de softwares que auxiliem o gerenciamento dos Resíduos Sólidos, portanto é necessário que haja a divulgação das alternativas gratuitas, além de alternativas de financiamento àqueles municípios que estejam dispostos a adotar sistemas pagos, visto que 92,9% dos 168 municípios que responderam à questão apresentada no gráfico 13 possuem interesse em alternativas gratuitas que facilitem a gestão dos resíduos sólidos.

Tabela 8 – Dados dos softwares utilizados para o Gerenciamento dos Resíduos Sólidos

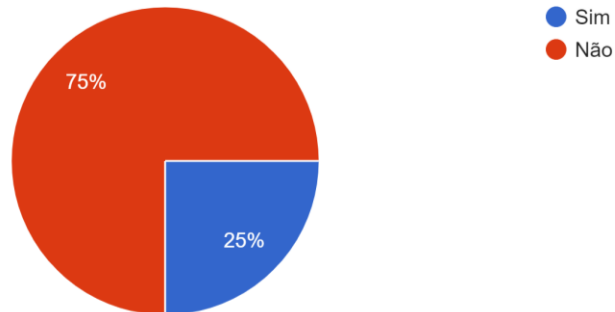
Nome do município:	Qual o software para o Gerenciamento dos Resíduos Sólidos utilizado pelo município?	Se houver o uso de algum software ele é:	Qual é a empresa responsável pelo desenvolvimento do software de gerenciamento de resíduos utilizado pelo município?
Cerquillo	ZWCAD e QuantumGis	Pago	
Jundiaí	Coletas Online	Pago	CSJ Sistemas
Piquete	Utilizamos planilhas elaboradas pela secretaria de meio ambiente para gerenciamento em diversos setores da secretaria	Gratuito	
Ilhabela	SMART BALANÇA	Gratuito	SMART BALANÇAS
São José do Rio Preto	SIGOR	Gratuito	CETESB
Botucatu	SIGOR	Gratuito	CETESB
Bauru	Possuímos apenas um sistema criado pela própria Prefeitura específico para gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil	Gratuito	O próprio município
Analândia	Libre Office	Gratuito	

Fonte: MORAES, 2021. Elaborado pelo autor.

A tabela 8 apresenta os municípios que utilizam softwares para o gerenciamento de Resíduos Sólidos, sendo a principal alternativa gratuita o SIGOR, sistema da CETESB. Além dessa alternativa, dois municípios responderam se utilizar de planilhas eletrônicas para a realização do gerenciamento, podendo ser uma alternativa viável aos municípios que apresentam pouca geração de resíduos.

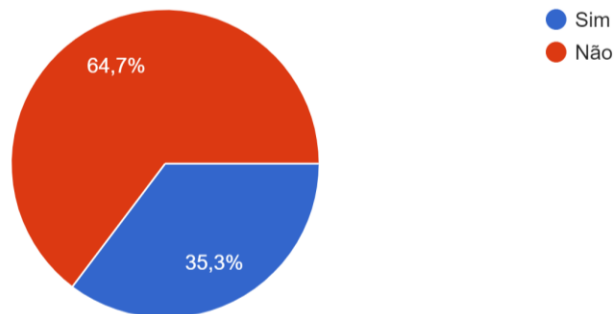
Por fim, dos 8 municípios que apontaram o software utilizado somente 2 pagam para utilizar software de gerenciamento de resíduos sólidos.

Gráfico 14 – Abordagem de legislações ambientais e de resíduos por parte dos softwares utilizados



Fonte: MORAES, 2021.

Gráfico 15 – Abordagem da PNRS por parte do software utilizado



Fonte: MORAES, 2021.

Dos 10 municípios que responderam adotar software de gerenciamento de resíduos sólidos (4,7%), apenas 8 apontaram para a solução adotada (gráfico 12). Além disso, 75% dos softwares não abordam nenhuma legislação (gráfico 14) e 64,7% não abordam a PNRS (gráfico 15).

A matriz apresentada na tabela 9 destaca a importância de alguns aspectos da construção sustentável no cumprimento de temas trazidos nos objetivos da PNRS.

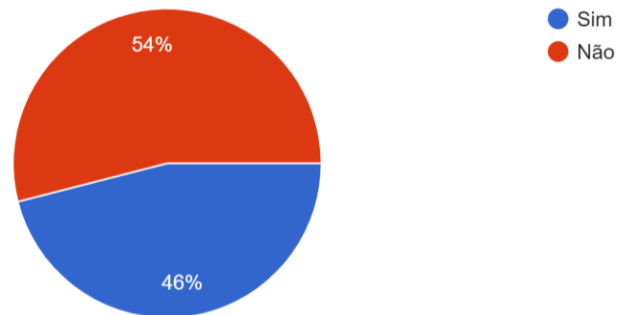
Tabela 9 - Matriz Comparativa - Objetivos da PNRS x Aspectos da Construção Civil

Inciso - Art.7º PNRS	Tema da Construção Civil
I – Saúde pública e qualidade ambiental	- Preocupação com geração de material particulado decorrente das atividades realizadas no canteiro como corte de placas de gesso, corte de blocos, entre outras atividades
II – Disposição final ambientalmente adequada e geração de resíduos	- Utilização de materiais e tecnologias que reduzam a extração de recursos naturais, assim como a implantação de técnicas que gerem menos desperdício dentro dos canteiros - Emissão de documentos como o MTR (Manifesto de Transporte de Resíduos) ou o CTR (Controle de Transporte de Resíduos) afim de garantir a destinação adequada dos RCC
III – Adoção de padrões sustentáveis	- A utilização de certificados de construção sustentável pode contribuir para a sustentabilidade da produção no setor da construção civil, gerando mudanças positiva no setor
IV – Tecnologias limpas	- Adoção dos materiais, métodos e tecnologias para construções sustentáveis, sendo alguns exemplos mostrados durante o desenvolvimento deste trabalho
VI – Incentivo à indústria da reciclagem	- Implantação de coleta seletiva dentro dos canteiros com o objetivo de contribuir com a oferta de material que possa ser reciclado - Destinação do material segregado para instituições que realizem a reciclagem do material gerado
VII – Gestão Integrada de Resíduos Sólidos	- Implantação de incentivos por parte da gestão pública aos empreendimentos que adotem as técnicas e materiais que sejam mais ambientalmente corretas - Utilização de sistemas integrados para o controle da geração e destinação dos RCC, como o SIGOR da CETESB no estado de São Paulo

IX – Capacitação técnica continuada	- Treinamento contínuo de todos os colaboradores do setor da construção civil para conscientização sobre os aspectos que impactem o meio ambiente
XI – Sustentabilidade nas aquisições e contratações governamentais	- Implantação de programas de compras sustentáveis por parte da administração pública
XII – Ciclo de vida dos produtos	- Auxílio na criação de cooperativas e destinação dos resíduos recicláveis coletados nas ações de coleta seletiva do município
XIV – Sistemas de gestão ambiental e empresarial	- Utilização de softwares para o controle da geração e destinação dos resíduos gerados no ambiente da obra
XV – Rotulagem ambiental e consumo sustentável	- Utilização de certificados de construção sustentável como rótulo ambiental - Realização de compra de matéria-prima que possua rotulagem ambiental

Fonte: Elaborado pelo Autor.

Gráfico 16 – Conhecimento do SIGOR pelas Gestões Municipais



Fonte: MORAES, 2021.

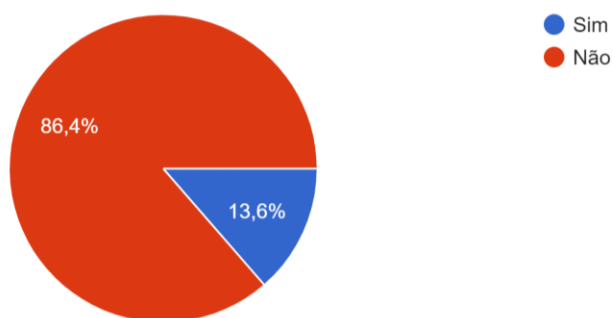
O SIGOR - Sistema Estadual de Gerenciamento Online de Resíduos Sólidos foi instituído em 05 de junho de 2014 pelo Decreto Estadual nº 60.520, sendo a CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo a responsável pela implantação do sistema e a Secretaria de Meio Ambiente sendo a responsável por realizar as ações necessárias para a coordenação, articulação e divulgação do SIGOR (SÃO PAULO, 2014).

Além disso, de acordo com o decreto cabe à CETESB a atividade de manutenção e atualização do sistema, capacitação dos usuários e disponibilização dos dados, ações e resultados obtidos a partir da implantação do sistema (SÃO PAULO, 2014).

O SIGOR é uma ferramenta que auxilia no monitoramento da gestão dos resíduos sólidos desde sua geração até sua destinação final, incluindo o transporte e destinações intermediárias e permite o gerenciamento das informações referentes aos fluxos de resíduos sólidos no Estado de São Paulo (CETESB, c2022a).

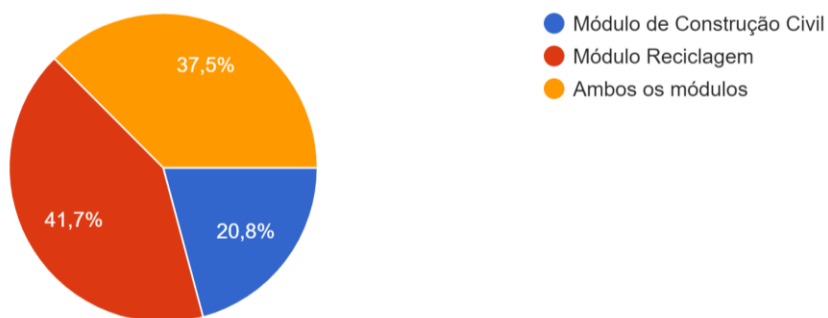
Levando-se em consideração as respostas para a questão 11, apenas 29,6% dos municípios que possuem conhecimento do SIGOR utilizam a ferramenta, podendo indicar que os requisitos exigidos para adesão ao sistema são muito demandantes, que não há interesse na sua adesão ou que não há funcionários suficiente para atender às exigências geradas na sua operação, fatores que serão observados nas respostas à questão 15 deste mesmo bloco. Além disso, 54% dos municípios entrevistados responderam não conhecer o sistema, demonstrando a necessidade de se intensificar a atividade de divulgação do SIGOR.

Gráfico 17 – Utilização do SIGOR



Fonte: MORAES, 2021.

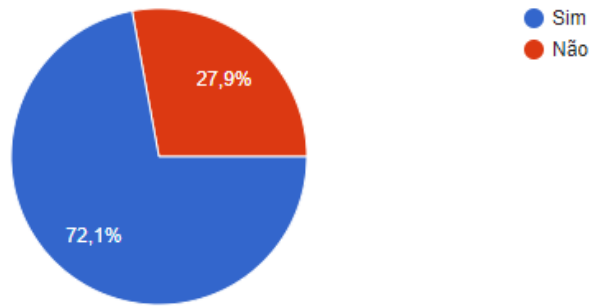
Gráfico 18 – Utilização dos módulos do SIGOR



Fonte: MORAES, 2021.

Os gráficos 17 e 18 mostram a baixa adesão dos municípios ao SIGOR, sendo que a maior parte dos municípios adere ao Módulo Reciclagem (79,2%), tendo o Módulo Construção Civil adesão por parte de 58,3%.

Gráfico 19 – Facilitação da elaboração dos Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) e da emissão dos Controles de Transportes de Resíduos (CTR) pelo uso do SIGOR

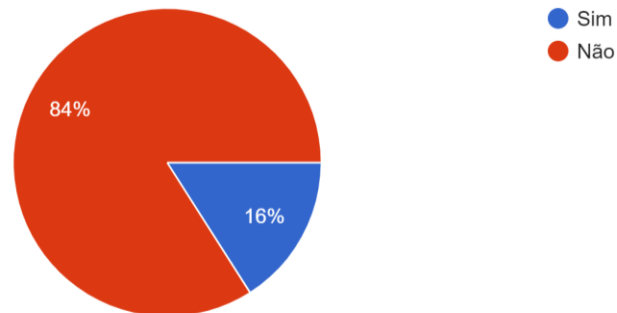


Fonte: MORAES, 2021.

Dos 129 municípios que responderam à questão do gráfico 19, 72,1% afirmam que o SIGOR não facilita a elaboração dos Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) e da emissão dos Controles de Transportes de Resíduos (CTR). Assim, as justificativas para a não utilização do SIGOR para tais fins podem ser resumidas a questões envolvendo servidores para a realização das atividades necessárias, falta de conhecimento do sistema ou de algum aspecto específico do sistema e reclamações direcionadas à CETESB, à facilidade de uso da plataforma e à falta de divulgação do SIGOR.

Assim, 9 dos 36 municípios (25%) relataram problemas de quantitativo de funcionários, 9 municípios (25%) relataram falta de conhecimento do SIGOR ou falta de capacitação, 10 municípios (27,8%) apontam problemas relacionados à dificuldade de uso dos sistemas, falta de divulgação, instabilidade da plataforma. O restante dos municípios aponta para a utilização de sistemas próprios para controle da geração e destinação dos resíduos, não adesão ao sistema da CETESB ou não utilização do SIGOR para fins de elaboração dos Planos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil (PGRCC) e emissão dos Controles de Transportes de Resíduos (CTRs).

Gráfico 20 – Incentivos ao município que utilize tecnologias para o desenvolvimento de construções mais sustentáveis



Fonte: MORAES, 2021.

Tabela 10 – Instrumento Normativo de incentivo a utilização de tecnologias para construções mais sustentáveis

Nome do município:	Nomenclatura, o número e ano do instrumento normativo que incentive construções mais sustentáveis
Araras	Lei 37 /2013 e Decreto 6.030/2013
Bora	INCENTIVO FISCAL QN PSS2015
Dois Córregos	Lei nº 4.334 de 18 de setembro de 2017
Fernão	IPTU VERDE, LEI 925/2018
Franca	Lei 8.482 de 26 de dezembro de 2016, Lei do IPTU Verde
Indaiatuba	Leis 5.415 de 26/08/2008 e 5.939 de 07/11/2011
Itatiba	Lei Municipal nº 4417/2011 - Programa Imposto Ecológico; Lei Municipal nº 3115/1999 - IPTU Verde.
Jales	Programa IPTU Verde, Lei Municipal nº. 3686/2009
Lourdes	Lei nº 863/2009
Louveira	Lei 2422/2015
Mogi Mirim	Lei nº 5.595 de 05 de setembro de 2014 - IPTU Verde
Olímpia	Lei Complementar n.º 212/2018; Decreto N.º 7.360, 2018. FIC VERDE E FIC AZUL

Paulistânia	IPTU Verde - Lei 316/2015
Pedranópolis	IPTU Verde
Ilhabela	IPTU VERDE
Presidente Epitácio	LEI 2791/2019 E 01 DE AGOSTO DE 2019
Presidente Prudente	LEI Nº 8875/2015. LEI Nº 9297/2017
Queluz	Lei Nº 844 - IPTU VERDE e Lei Complementar nº 07 de 19/12/21 – TAXA DE COLETA DE RSU
Santa Clara D'oeste	lei nº 1219/2014 de 06 de outubro de 2014
Santa Rosa De Viterbo	Lei Ordinária nº 4447/2017
São Bento Do Sapucaí	Código Tributário Municipal artigo 40 - ano 2016
São Sebastião Da Grama	LEI Nº 048, DE 15 DE JANEIRO DE 2010 - IPTU VERDE
Sertãozinho	Lei 6377, de 11 de maio de 2018 - Selo Verde
Sorocaba	Lei 9571/2011
Tambaú	IPTU Sustentável. Lei n. ° 2.764 de 20/07/2015
Taquarituba	Lei nº 49 de 2006
Votorantim	Decreto 4003 de 10 de junho de 2010.

Fonte: MORAES, 2021. Elaborado pelo autor.

Dos 34 municípios que responderam possuir incentivos aos municípios que utilizam tecnologias para o desenvolvimento de construções mais sustentáveis (gráfico 20), somente 27 especificaram o incentivo apresentado aos municípios (tabela 10). Mesmo se considerado que todos os municípios que responderam que possuem incentivos de fato possuam estes incentivos, ainda há pouca representatividade deste aspecto que se mostra importante no processo decisório de escolha de materiais e de produtos que tenham maior eficiência de energia e consumo de água. A pesquisa realizada pelo Conselho Brasileiro de Construções Sustentáveis (CBCS) com 381 profissionais do setor aponta para 45% destes demandando incentivos governamentais para a implantação de soluções que englobam eficiência energética e energias renováveis, 30% demandando incentivos para a atividade de reciclagem e 44% demandando incentivos para soluções que tragam um uso mais eficiente de água.

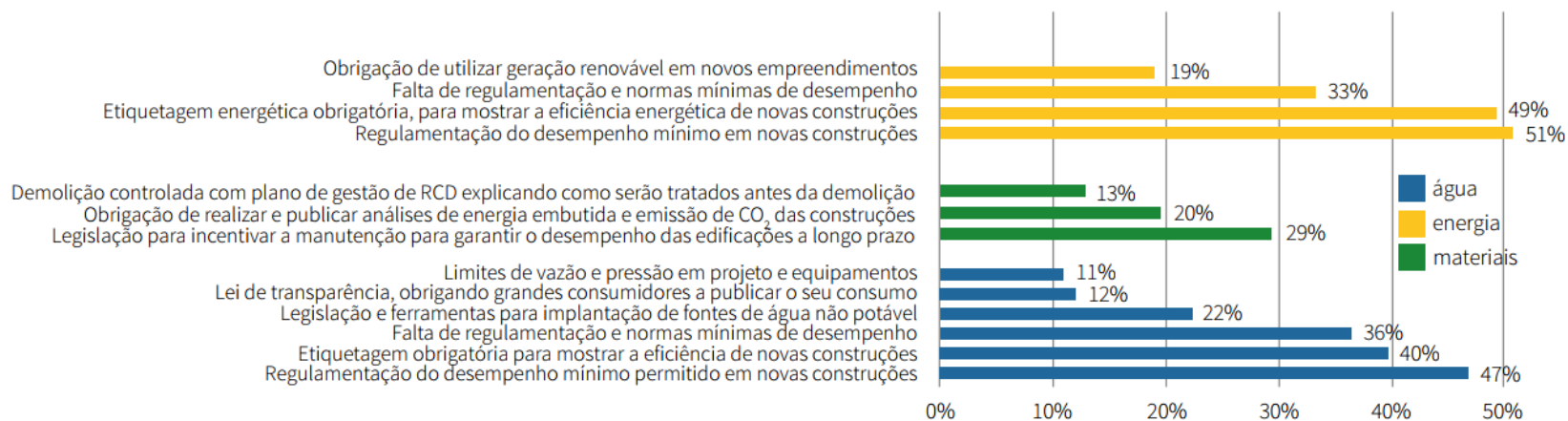
Assim, verifica-se que é necessário um esforço por parte dos governos para que as demandas dos profissionais do setor, demonstradas nas figuras 3 e 4, sejam atendidas a fim de que se perceba um aumento na utilização de métodos e técnicas construtivas mais eficientes e menos impactantes.

Figura 3 - Demanda por incentivos e financiamentos



Fonte: CBCS, 2014.

Figura 4 - Legislação, regulamentação e certificação



Fonte: CBCS, 2014.

Com relação a prédios públicos certificados, somente 11 dos 213 municípios (5,2%) possuem prédios com certificações para construções ambientais. As certificações mais recorrentes foram a LEED, AQUA-HQE, o Selo Procel e o Selo Casa Azul. Há prédios certificados pela LEED em 3 municípios, pela AQUA-HQE em 2 municípios, pelo Selo Procel em 1 município, e pelo Selo Casa Azul em 2 municípios, assim como pode se observar na tabela 11.

Com este questionamento buscou-se verificar a abrangência da utilização de certificações de construções sustentáveis pelas gestões municipais, visto que além de demonstrar conhecimento das certificações, isto demonstra o reconhecimento da importância das certificações para a gestão. Assim, pode-se ter nos funcionários municipais atores que incentivem e auxiliem nos processos de obtenção de certificados por parte do município. Além disso, pode-se ampliar a visão dos servidores para a necessidade da implantação de incentivos.

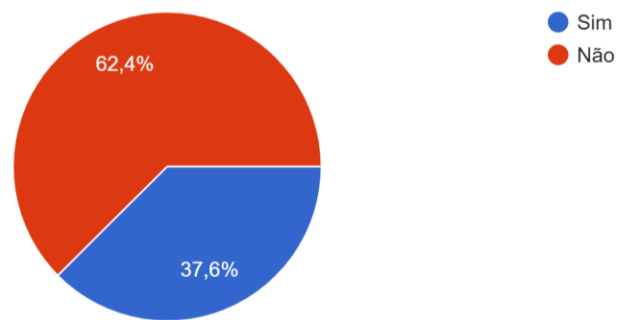
Tabela 11 – Prédios públicos certificados

Nome do município:	Existem prédios certificados? Se sim, com quais certificações?	Nome/Função dos prédios certificados:
Arco-íris	Selo Procel	
Bora	LEED, AQUA-HQE, Selo Procel	Creche Municipal
Carapicuíba	AQUA-HQE	CES – Centro de Educação para Sustentabilidade
Gastão Vidigal	Instalação Modelo Do Programa Município Verdeazul	Divisão De Agricultura E Meio Ambiente
Itapeva	Instalação Modelo (PMVA)	Centro de Educação Ambiental - Sala Verde
Itu	LEED	Paço Municipal
Lençóis Paulista	LEED, Selo Casa Azul	Teatro Municipal
Pauliceia	Prédio Modelo Município Verde Azul	Câmara Municipal De Pauliceia
Ilhabela	Prédio Modelo No Programa Município Verdeazul	Centro De Referência Animal

Santa Rosa de Viterbo	Instalação Publica Modelo de Sustentabilidade	
São Sebastião da Gramma	Selo Casa Azul	Programa minha casa minha vida

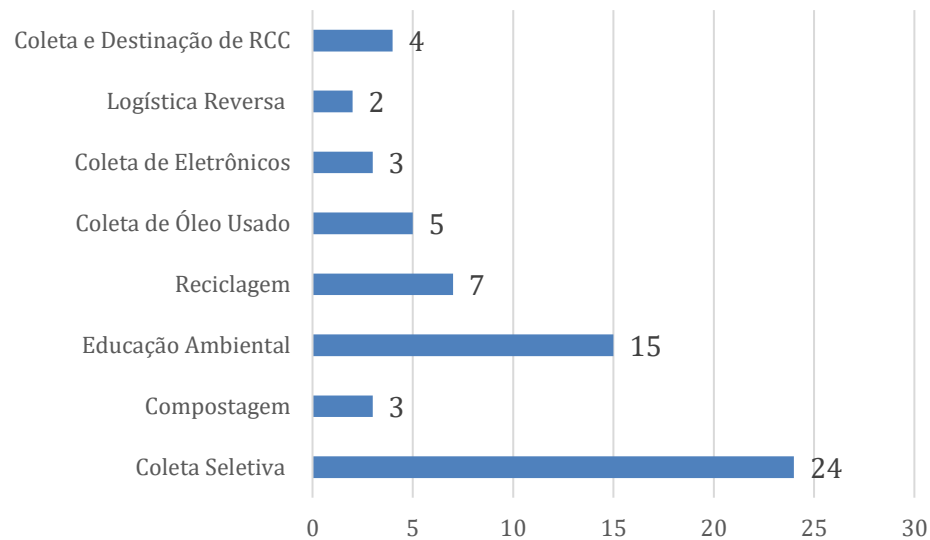
Fonte: MORAES, 2021. Elaborado pelo autor.

Gráfico 21 - Adesão a práticas para redução da geração dos resíduos no município



Fonte: MORAES, 2021.

Gráfico 22 - Práticas para a redução da geração de resíduos



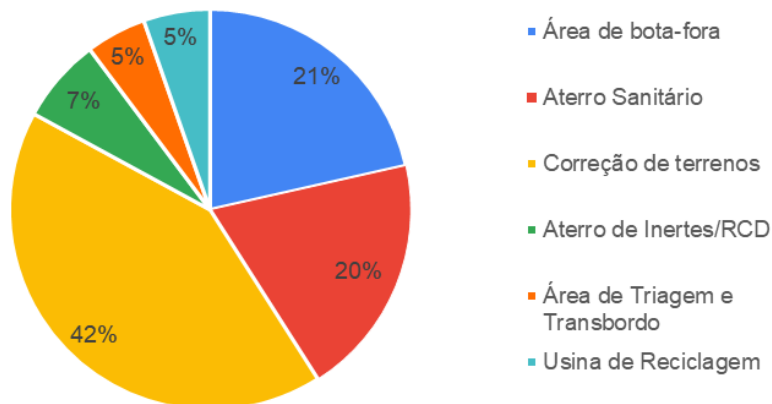
Fonte: MORAES, 2021. Elaborado pelo autor.

Dos 80 municípios que responderam aderir a práticas de redução da geração de resíduos (gráfico 21), apenas 62 responderam à questão apresentada no gráfico 22, tendo como principais representantes o conjunto da educação ambiental, coleta seletiva e reciclagem.

O Bloco H, com o título “Resíduos de Construção e Demolição” apresenta-se como um dos principais para compreender a dinâmica de geração, fiscalização e destinação relacionada com a área da construção civil. As questões foram selecionadas para compreender se a produção de RCC contribui para o aumento do volume de resíduos destinados a aterros de resíduos domiciliares, e, portanto, contribuindo negativamente para a diminuição da vida útil destes. Além disso, por meio das questões selecionadas neste bloco procura-se gerar um panorama das ferramentas de incentivo, fiscalização e normatização adotadas em cada município.

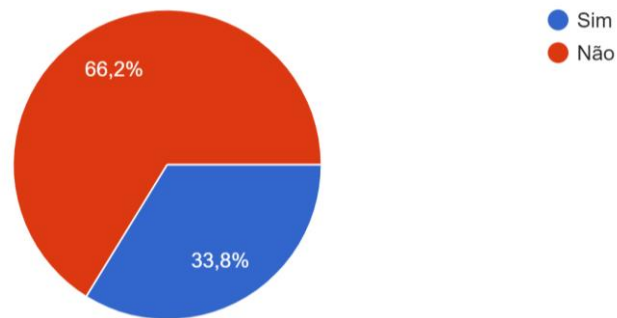
Ao serem questionados sobre como é realizada a destinação de Resíduos da Construção Civil (RCC) no município, os 213 municípios respondentes, responderam apontando corretamente a destinação dos RCC 196 municípios, os outros 17 municípios não apresentaram o local em que é realizada a destinação dos RCC. A distribuição dos destinos dos RCC está apresentada no gráfico 23.

Gráfico 23 – Destinação dos Resíduos da Construção Civil (RCC) no município



Fonte: MORAES, 2021. Elaborado pelo autor.

Gráfico 24 – Municípios com área de transbordo e triagem para RCC

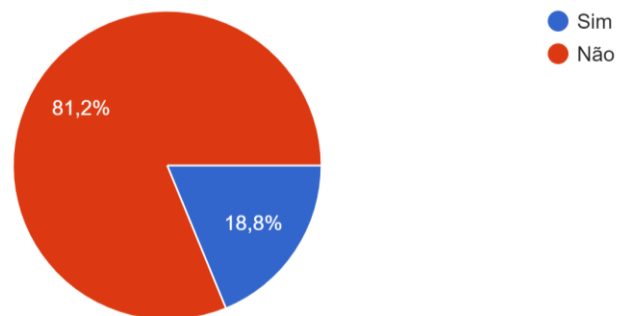


Fonte: MORAES, 2021.

O gráfico 24 apresenta a presença de Áreas de Transbordo e Triagem (ATT), que são áreas definidas pela resolução CONAMA 307/2002 como áreas para o armazenamento temporário e triagem de RCC e resíduos volumosos, buscando segregar e destinar adequadamente os resíduos recebidos afim de evitar danos ou riscos à saúde pública e à segurança e minimizar os impactos ambientais adversos (CONAMA, 2002).

A baixa presença de ATTs nos municípios entrevistados pode indicar que a maioria destes não possui geração de resíduos volumosos ou de grandes volumes de RCC que justifiquem a sua implantação, assim é necessário que se fiscalize a separação dos resíduos na origem, com o fim de impedir impactos adversos ao meio ambiente pela destinação incorreta destes.

Gráfico 25 – Municípios com aterro específico para Resíduos da Construção Civil (RCC)

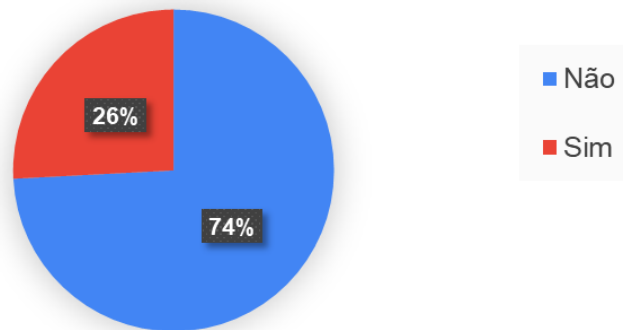


Fonte: MORAES, 2021.

A baixa presença de aterros específicos para a destinação de RCC apresentada no gráfico 25 pode ser preocupante na medida em que já existe em algumas regiões do estado a preocupação com a escassez de áreas propícias à destinação de resíduos. Assim, temos como exemplo a Região Metropolitana da Baixada Santista, onde uma pequena parte dos resíduos sólidos urbanos é reciclada e o restante encaminhado a aterros sanitários que, em sua maioria, têm as áreas destinadas à disposição e ao tratamento praticamente esgotadas ou previsão de esgotamento em curto prazo (AGEM, 2018). Além disso, viabilizar a ampliação destas áreas e encontrar outras adequadas à implantação de novos aterros sanitários está cada vez mais difícil, acrescentando-se a isto o atendimento de legislações cada vez mais restritivas.

Assim, é interessante que as gestões municipais estudem a abertura de aterros específicos para a destinação dos RCC frente às questões destacadas.

Gráfico 26 – Adoção de tecnologias para a gestão dos Resíduos da Construção Civil (RCC)



Fonte: MORAES, 2021. Elaborado pelo autor.

Dos 157 municípios que responderam adotarem tecnologias para a gestão dos RCC (gráfico 26), a maior parte apontou para medidas de reaproveitamento dos Resíduos da Construção Civil (RCC) após tratamento físico do tipo trituração ou britagem, utilizando o material para a manutenção das estradas rurais.

Gráfico 27 – Relevância do volume de Resíduos da Construção Civil gerado no município para os gastos com a limpeza pública



Fonte: MORAES, 2021.

O gráfico 27 mostra a distribuição da relevância percebida pelos municípios do volume de RCC gerado para os gastos com a limpeza pública.

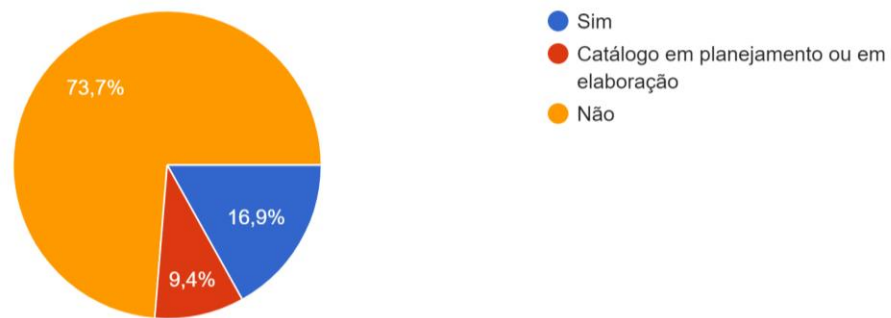
De acordo com dados da ABRELPE (2021), o peso médio coletado no Brasil de RSU (Resíduo Sólido Urbano) foi 359 kg/hab./ano, enquanto o peso médio no Brasil para a coleta de RCC foi 221,19 kg/hab./ano, o que representa 61,6% do peso de RSU gerado, ou 38% do volume médio coletado de RCC e RSU em conjunto. Portanto, os dados apresentam-se consistentes, visto que apenas 20% considera os gastos com a disposição dos RCC não relevantes.

Gráfico 28 – Legislação municipal para a gestão dos Resíduos da Construção Civil (RCC)



Fonte: MORAES, 2021.

Gráfico 29 – Existência de catálogo com dados de Construções realizadas ou em andamento

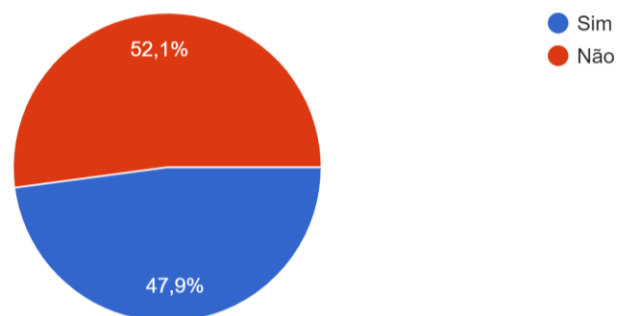


Fonte: MORAES, 2021.

As respostas encontradas nos gráficos 28 e 29 apresentam o baixo controle sobre as construções civis realizadas sob a gestão dos municípios, tanto no contexto das legislações existentes para o controle da geração de RCC quanto no controle das construções em andamento. Além disso, a PNRS traz que os planos municipais de gestão integrada de resíduos sólidos devem possuir como conteúdo mínimo, dentre outros, o diagnóstico da situação dos resíduos sólidos gerados no seu território, possuindo os dados de origem, volume e a caracterização dos resíduos e a sua destinação e disposição final, sendo que sem um controle das construções realizadas não é possível realizar levantamento preciso de tais informações.

Assim, com tais dados percebe-se que as atividades de fiscalização e controle dos RCC não possuem, na maior parte dos municípios entrevistados, ferramentas que o auxiliem.

Gráfico 30 – Fiscalização dos geradores de RCC e da destinação dada para este tipo de resíduo



Fonte: MORAES, 2021.

A falta de fiscalização por parte de 52,1% dos municípios, verificada no gráfico 30, aliado à falta de catálogo com as construções realizadas nos últimos ano e em andamento por parte de 73,7% dos 213 municípios respondentes pode indicar que esses municípios não tenham a real dimensão do problema que os RCC podem gerar ao seu município, tendo assim a impressão de haver geração de volume menor que a encontrada na prática, podendo ocorrer a destinação incorreta e portanto a contabilização inadequada do volume total de RCC gerado no município. Assim, pode-se imaginar que um aumento da fiscalização nos municípios possa alterar a percepção da importância da geração de RCC, já que de acordo com dados da FINEP (2005 apud LARUCCIA, 2014) a disposição ilegal de resíduos da construção civil gera a necessidade de medidas corretivas de elevado valor, alterando assim o panorama encontrado na questão 6 deste bloco (“Em relação aos gastos com a limpeza pública do município, quão relevante é o volume de Resíduos da Construção Civil gerado pelo município e sua gestão?”).

6. Conclusão

A grande demanda por habitações no Brasil é fator preocupante tanto do ponto de vista social quanto ambiental, tendo do ponto de vista ambiental implicações que podem ser mitigadas através da utilização de métodos construtivos sustentáveis. Ademais, o incentivo às construções sustentáveis gera benefícios aos municípios que o implantem, sendo o tema construções sustentáveis e resíduos da construção civil relevantes no âmbito das suas oportunidades e obrigações.

A grande geração de resíduos da construção civil tem diversos impactos ao meio ambiente, podendo-se destacar a pressão que estes podem causar às áreas licenciadas à atividade de disposição de resíduos de caráter domiciliar, visto que 81,2% dos municípios entrevistados afirmam não possuir aterro específico para Resíduos da Construção Civil (RCC), assim contribuindo para a redução da vida útil dos aterros de resíduos domiciliares.

A redução da vida útil dos aterros é um problema preocupante no estado de São Paulo, que já apresenta em algumas áreas, como o Litoral (AGEM, 2018) e a região metropolitana de São Paulo, indícios de problemas futuros com a destinação dos resíduos domiciliares, visto que as áreas atualmente destinadas a este fim estão chegando próximo ao final de suas vidas úteis. Além disso, a implantação e operação dos aterros específicos para RCC são mais simples tendo em vista o seu caráter inerte.

A destinação dos RCC em aterros específicos é a solução mais óbvia para o problema, porém outras soluções também são possíveis, como a reutilização dos RCC em outros usos, o emprego de métodos, técnicas e materiais que reduzam a produção de RCC, alguns dos quais foram apresentados neste trabalho, e a Gestão de Canteiro, atividade que, no quesito ambiental, envolve a conscientização dos colaboradores e a implantação de estruturas que facilitem a separação e coleta de resíduos.

A partir do questionário aplicado com gestores do município do estado de São Paulo, pode-se notar que ainda não há grande consciência acerca da real situação da geração e disposição dos resíduos da Construção Civil (RCC), visto que 16% dos municípios entrevistados ainda não possuem PMGIRS, 86,4% não utilizam o SIGOR, 57,8% ainda não possuem legislação específica para RCC, 73,7% não possuem catálogo com dados das construções realizadas nos últimos anos

ou em andamento e 52,1% dos municípios não realizam fiscalização dos geradores e da destinação do RCC.

Assim, a importância que os gestores atribuem aos RCC pode não condizer com os impactos ambientais, econômicos e sociais causados pela disposição irregular ou não controlada que venha a ocorrer no município.

Além disso, poucos municípios possuem conhecimento a respeito de ferramentas que podem melhorar a gestão ambiental, como o SIGOR e softwares que tratam de legislação ambientais. Portanto, mostra-se necessário que haja a divulgação por parte dos órgãos responsáveis das práticas que têm se mostrado efetivas, com baixo custo, com baixa utilização de efetivo e que gerem economia para o município.

Ainda é possível perceber que fatores como a falta de verba específica e a falta de recursos humanos representam barreiras frequentes e muito frequentes, para a maior parte dos municípios entrevistados, à aplicação de leis, normas e resoluções nos municípios. A utilização de linguagem mais acessível, a presença de estudos que interpretem e correlacionem as leis, normas e resoluções, e a criação de informativos periódicos sobre as novidades em legislações e normas técnicas foram apontadas como possíveis soluções na aplicação das leis, normas e resoluções relacionadas ao tema de meio ambiente, incluindo aquelas referentes aos RCC e construções sustentáveis. Assim, a distribuição de questionários como o referenciado neste trabalho se mostra de extrema importância em identificar as práticas bem-sucedidas.

Como diretrizes para as gestões dos âmbitos nacional, estadual e municipal propõem-se a partir dos resultados deste trabalho que haja a criação de incentivos para construções sustentáveis, aterros específicos para RCC e que haja uma maior divulgação e incentivo ao desenvolvimento de softwares que auxiliem as gestões municipais a gerenciarem os RCC gerados no seu território.

Além disso, algumas sugestões para pesquisas futuras teriam como foco ferramentas que possam auxiliar as gestões dos municípios do estado de São Paulo a gerenciarem os RCC gerados no seu território tendo baixo custo e que integrem a questão da educação ambiental dos trabalhadores do setor da Construção Civil.

Por fim, este trabalho possui relevância ao analisar os dados relativos a Resíduos da Construção Civil derivados de pesquisa realizada com municípios do estado de São Paulo, trazer alguns dos métodos, materiais e técnicas que podem reduzir os impactos ambientais dentro do setor

da Construção Civil e indicar pontos de vulnerabilidade nas gestões dos RCC, propondo algumas diretrizes para solucioná-los.

7. Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE EMPRESAS DE LIMPEZA PÚBLICA E RESÍDUOS ESPECIAIS (ABRELPE). **Panorama dos resíduos sólidos no Brasil 2020**. São Paulo: ABRELPE, 2021.

ABRASFE - Associação Brasileira de Fôrmas, Escoramentos e Acesso. **Diferenças entre alvenaria estrutural e convencional**. Disponível em: <<https://abrasfe.org.br/diferencas-entre-alvenaria-estrutural-e-convencional/>>. Acesso em: 9 ago. 2021.

AGEM - Agência Metropolitana da Baixada Santista. **Plano Regional de Gestão Integrada de Resíduos Sólidos da Baixada Santista (PRGIRS/BS)**. São Paulo: AGEM, 2018.

BRASIL. **Constituição da República Federativa do Brasil de 1988**. Brasília: [s. n.], 1988. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm. Acesso em: 10 nov. 2021.

BRASIL. **Lei nº 12305, de 2 de agosto de 2010**. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei no 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. [S.l.], 2010. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm. Acesso em: 3 jul. 2021.

CARVALHO, Jéssyca Corrêa. Estudo comparativo entre fachadas em alvenaria de bloco cerâmico revestidas com argamassa e fachadas executadas com placas cimentícias. **Rio de Janeiro: Universidade Federal do Rio de Janeiro**, 2015.

CBCS - Conselho Brasileiro de Construção Sustentável. **Aspectos da construção sustentável no Brasil e promoção de políticas públicas**. Versão 1, 2014.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Sistema Estadual de Gerenciamento Online de Resíduos Sólidos**. São Paulo, 2014. Disponível em:

<<https://cetesb.sp.gov.br/sigor/wp-content/uploads/sites/37/2014/12/folder-2.pdf>>. Acesso em: 30/01/2022.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Sobre o SIGOR**. São Paulo, c2022a. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/sigor/sobre-o-sigor/>>. Acesso em: 30/01/2022.

CETESB - Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. **Prefeitura**. São Paulo, c2022b. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/sigor/prefeitura/>>. Acesso em: 30/01/2022.

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente. **Resolução n° 307, de 05 de julho de 2002**. Disponível em: http://conama.mma.gov.br/?option=com_sisconama&task=arquivo.download&id=305. Acesso em: 3 ago. 2021.

CONCEIÇÃO, Mário Marcos Moreira et al. Crescimento populacional e geração de resíduos sólidos: o caso da região norte. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 2, p. 7936-7846, 2020.

DALLA COSTA, Eduardo; MORAES, C.S.B. de. **Construção Civil e a certificação ambiental: análise comparativa das certificações LEED (Leadership in Energy and Environmental Design) e AQUA (Alta Qualidade Ambiental)**. Engenharia Ambiental, v. 10, n. 3, p. 160-169, 2013.)

EICHHOLTZ, Piet; KOK, Nils; QUIGLEY, John M. Doing well by doing good? Green office buildings. **American Economic Review**, v. 100, n. 5, p. 2492-2509, 2010.

GERHARDT, Tatiana Engel; SILVEIRA, Denise Tolfo. **Métodos de pesquisa**. Plageder, 2009.

FLORIM, Leila Chagas; QUELHAS, Osvaldo Luiz. Contribuição para a construção sustentável: características de um projeto habitacional eco-eficiente. **Revista Produção Online**, v. 5, n. 2, 2005.

GBC Brasil - Green Building Council. LEED v4 para Projeto e Construção de Edifícios (Building Design and Construction), 2014. Disponível em: https://www.gbcbrazil.org.br/wp-content/uploads/2019/08/LEED_v4_BDC_10_01_14_PT_3_24_17.pdf. Acesso em: 10 ago. 2021.

GIL, Antonio Carlos et al. **Como elaborar projetos de pesquisa**. São Paulo: Atlas, 2002.

IPT - Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo. **Plano regional de gestão integrada de resíduos sólidos da Baixada Santista, PRGIRS/BS**. 2018. Disponível em: https://www.agem.sp.gov.br/wp-content/uploads/2019/11/20180600-DC-PRGIRS_BS_compressed.pdf > . Acesso em: 15 ago. 2021.

KWAI, Luana Ly. **Tecnologias, conceitos e propostas de materiais de construção sustentável do Centro de Vivências da UNESP, Rio Claro/SP**. 2013.

LACERDA, Juliana Ferreira Santos Bastos; DE OLIVEIRA GOMES, Jefferson. Uma visão mais sustentável dos sistemas construtivos no Brasil: análise do estado da arte. **Revista E-Tech: Tecnologias para Competitividade Industrial-ISSN-1983-1838**, v. 7, n. 2, p. 167-186, 2014.

LARUCCIA, Mauro Maia. Sustentabilidade e impactos ambientais da construção civil. **Revista ENIAC pesquisa**, v. 3, n. 1, p. 69-84, 2014.

LEROY MERLIN. **Telha Metálica**. Brasil, c2021a. Disponível em: <https://www.leroymerlin.com.br/telhas-galvanizadas>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

LEROY MERLIN. **Chapas de OSB**. Brasil, c2021b. Disponível em: <https://www.leroymerlin.com.br/chapas-de-osb>>. Acesso em: 22 ago. 2021.

MARTINS, T. O conceito de desenvolvimento sustentável e seu contexto histórico: algumas considerações. **Revista Jus Navigandi, ISSN 1518-4862**, Teresina, ano 9, n. 382, 24 jul. 2004. Disponível em: <https://jus.com.br/artigos/5490>>. Acesso em: 10 ago. 2021.

MASTRONICOLA, João Pedro Gonçalves. **Métodos construtivos sustentáveis**. Intertem@s ArqEng, v. 1, n. 1, 2018.

MOLINA, Julio Cesar; JUNIOR, Carlito Calil. Sistema construtivo em " wood frame" para casas de madeira. **Semina: Ciências Exatas e Tecnológicas**, v. 31, n. 2, p. 143-156, 2010.

MORAES, C.S.B. et al. Analysis of Economic and Socio-Environmental Indicators for Energy, Materials and Water Management and Proposal of Technologies and Alternatives for Sustainable Construction in Housing. **Journal of Civil Engineering and Architecture**, v. 14, p. 280-292, 2020.

MORAES, C.S.B. **Pesquisa sobre o Gerenciamento dos Resíduos Sólidos nos Municípios do Estado de São Paulo, Brasil**. Universidade Estadual Paulista. Programa Município VerdeAzul. Comitê de Integração de Resíduos Sólidos. Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo. UNESP - PMVA/ CIRS/ SIMA. Rio Claro/ SP, 2021.

MORAES, C. S. B. **Política Nacional de Resíduos Sólidos: Proposta Metodológica com o Uso de Instrumentos Legais, Administrativos e Tecnológicos como Subsídio para sua Implementação e Gerenciamento Sustentável**. (Projeto de Pesquisa). IGCE/ UNESP, Rio Claro/SP: 2019.

MOTTA, Silvio FR; AGUILAR, Maria Teresa P. Sustentabilidade e processos de projetos de edificações. **Gestão & Tecnologia de Projetos**, v. 4, n. 1, p. 88-123, 2009.

OLIVEIRA, Otávio José de; PINHEIRO, Camila Roberta Muniz Serra. Implantação de sistemas de gestão ambiental ISO 14001: uma contribuição da área de gestão de pessoas. **Gestão & Produção**, v. 17, p. 51-61, 2010.

PIRAMIDE PRÉ-MOLDADOS. **Concretos pré-moldados e pré-fabricados: Você conhece as diferenças?** Brasil, 2019. Disponível em: <<https://www.piramidesc.com.br/blog/concretos-premoldado-e-prefabricado-voce-conhece-as-diferencas/>> . Acesso em:23 ago. 2021.

RAHMAN, M. Motiar. Barriers of implementing modern methods of construction. **Journal of management in engineering**, v. 30, n. 1, p. 69-77, 2014.

SÃO PAULO. **DECRETO Nº 60.520, DE 05 DE JUNHO DE 2014**. Institui o Sistema Estadual de Gerenciamento Online de Resíduos Sólidos - SIGOR e dá providências correlatas.

SÃO PAULO. **LEI Nº 12.300, DE 16 DE MARÇO DE 2006**. Institui a Política Estadual de Resíduos Sólidos e define princípios e diretrizes.

Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo. **O que é – CADMADEIRA**. São Paulo, c2022a. Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/madeiralegal/cadmadeira/o-que-e/>>. Acesso em: 21 jan. 2022.

Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo. **Conheça o Programa Município VerdeAzul**. São Paulo, c2022b. Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/verdeazuldigital//>>. Acesso em: 01 mar. 2022.

SILVA, Vanessa Gomes. Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica. **São Paulo**, v. 210, 2003.

VIVADecora. Busca conforto térmico e acústico? Descubra porque a telha sanduíche é a solução ideal. Brasil, 2019. Disponível em: <<https://www.vivadecora.com.br/pro/curiosidades/telha-sanduiche/>> . Acesso em: 22 ago. 2021.