

**PRÁTICAS APLICADAS NO CANTEIRO DE OBRAS QUE CONTRIBUEM
PARA A GESTÃO SUSTENTÁVEL DOS RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

DOI: <http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v9e02020781-799>

Bruna Schmitt Schuster¹

Luiz Roberto Taboni Junior²



RESUMO

A construção civil é responsável por contribuir com a deterioração da qualidade ambiental, principalmente, quando se refere a quantidade de recursos naturais extraídos. Além disso, a construção civil é considerada o setor que mais gera resíduos, os quais devem ser destinados e dispostos de modo a não ocasionar danos ao ambiente. Diante desse cenário, inúmeras construtoras vêm aplicando ferramentas em seu sistema de gestão a fim de contribuir para o desenvolvimento sustentável. Essa pesquisa objetivou a aplicação da metodologia Produção Mais Limpa em um canteiro de obras situado na cidade de Cascavel-PR com o intuito de otimizar a gestão de resíduos e contribuir para que essa seja sustentável. Para isso, mediante o acompanhamento das atividades diárias, levantamento do volume e composição dos resíduos gerados na execução do edifício buscou-se implantar ações que contribuíssem para a redução da geração de resíduos, reaproveitamento desses no canteiro de obras, bem como a sua reciclagem. Mediante essas práticas buscou-se otimizar as atividades realizadas no canteiro de obras para que houvesse diminuição das perdas, exploração das potencialidades dos resíduos por meio do seu reuso e reciclagem, bem como redução dos impactos ambientais decorrentes da sua disposição final. Sendo assim, constatou-se que construção produziu ao longo dos 17 meses estudados 325 m³ de resíduos da construção civil (RCC), sendo a menor geração mensal em março de 2019 com 5 m³, enquanto a maior ocorreu em abril de 2019 com 69 m³ de resíduos gerados.

¹ Mestre em Engenharia Urbana. Universidade Estadual de Maringá.
Brunaschuster@hotmail.com

² Mestre em Engenharia Urbana. Universidade Estadual de Maringá - UEM.
Junior_lrt@hotmail.com

Palavras-chave: Resíduos da Construção Civil. Produção Mais Limpa. Reutilização. Reciclagem.

PRACTICES APPLIED AT THE CONSTRUCTION SITE THAT CONTRIBUTE TO THE SUSTAINABLE MANAGEMENT OF CONSTRUCTION WASTE

ABSTRACT

Civil construction is responsible for contributing to the deterioration of environmental quality, especially when it comes to the quantity of natural resources extracted. In addition, civil construction is considered the sector that generates the most waste, which must be disposed of and disposed of in such a way as not to cause damage to the environment. Faced with this scenario, many construction companies have been applying tools in their management system in order to contribute to sustainable development. This research aimed to apply the Cleaner Production methodology in a construction site located in the city of Cascavel-PR in order to optimize the management of waste and contribute to make it sustainable. To this end, by monitoring daily activities, surveying the volume and composition of waste generated in the execution of the building, we sought to implement actions that would contribute to the reduction of waste generation, reuse of waste at the construction site, as well as its recycling. Through these practices it was sought to optimize the activities carried out at the construction site so that there was a reduction in losses, exploitation of the potential of waste through its reuse and recycling, as well as reduction of environmental impacts resulting from its final disposal. Thus, it was found that construction produced over the 17 months studied 325 m³ of civil construction waste (CCW), being the lowest monthly generation in March 2019 with 5 m³, while the highest occurred in April 2019 with 69 m³ of waste generated.

Key words: Civil Construction Waste. Cleaner Production. Reuse. Recycling.

1 INTRODUÇÃO

A construção civil é considerada o principal setor econômico que impacta negativamente o ambiente, principalmente por promover o desperdício de matéria-prima, emitir poluentes e elevar o consumo de energia (AMADEI, 2011).

Por motivos ambientais e econômicos, é necessário a adequação dos sistemas construtivos adotados pela construção civil no Brasil, os quais devem objetivar a gestão e gerenciamento dos Resíduos da construção civil – RCC (FERNANDES et al., 2001).

No que tange o âmbito da construção civil é de suma importância adotar práticas que visem o reaproveitamento e a reciclagem dos RCC, visto que este tipo de resíduo corresponde a mais de 50% da massa de resíduos sólidos gerados nos municípios brasileiros (PINTO, 1999). Diante desse cenário, por meio de ferramentas voltadas a gestão ambiental, como a Produção Mais Limpa (P+L), é possível adequar o setor da construção civil brasileira a fim de que essa contribua com o desenvolvimento sustentável (LUZ et al., 2014).

Nessa perspectiva, diversos estudos corroboram com as informações acerca da aplicação da P+L no canteiro de obras, assim incentivando a difusão de práticas voltadas ao reaproveitamento dos RCC. Frente ao fato, pode-se citar alguns estudos, como por exemplo, a implantação de técnicas provenientes da P+L na construção civil e seus benefícios ambientais e econômicos (LUZ et al., 2014). Assim como a abordagem da viabilidade da implantação de usinas de reciclagem de RCC em municípios ao longo do Brasil, como Maringá-PR e Campinas-SP (SIMONI, 2016; AMORIM, 2016). Desse modo, é inegável a importância da inserção de práticas que visem contribuir para a gestão sustentável dos RCC.

Diante do exposto, esse trabalho objetivou a aplicação da metodologia da P+L em um canteiro de obras, localizado na cidade de Cascavel, Paraná. Outrossim, o presente estudo também buscou apresentar medidas de incentivo ao reaproveitamento dos resíduos sólidos.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Resíduos da construção civil

Os RCC's são popularmente conhecidos pelo nome de entulho, os quais estão associados às fases de construção, manutenção, reformas e demolição. Dentre esses, considera-se que os resíduos provenientes da fase de execução

contêm menos contaminantes do que os resíduos provenientes da demolição, assim facilitando seu reaproveitamento (SORMUNEN; KARKI, 2019).

No Brasil, na fase de execução das obras, observa-se uma maior geração de resíduos, tal fato é atribuído às aberturas realizadas na alvenaria para a execução das instalações elétricas e hidráulicas. Para reduzir a geração deste tipo de material, é necessário aperfeiçoar os projetos, selecionar adequadamente os materiais, contratar mão-de-obra qualificada, fazer o uso de ferramentas adequadas, melhorar as condições de estoque e transporte dos materiais, entre outros fatores (AMADEI, 2011).

Esses resíduos em sua maioria são constituídos por tijolos, blocos cerâmicos, concreto, rochas, solos, metais, resinas, colas, tintas, madeiras, compensados, forros, argamassa, gesso, vidro, plástico, tubulações, embalagens e sucata (SORMUNEN; KARKI, 2019). Desta forma, observa-se que a composição dos RCC é heterogênea e em sua maioria é constituído por resíduos inertes, conforme a classificação da NBR 10004:2004, ou seja, com grande potencial de reaproveitamento e reciclagem.

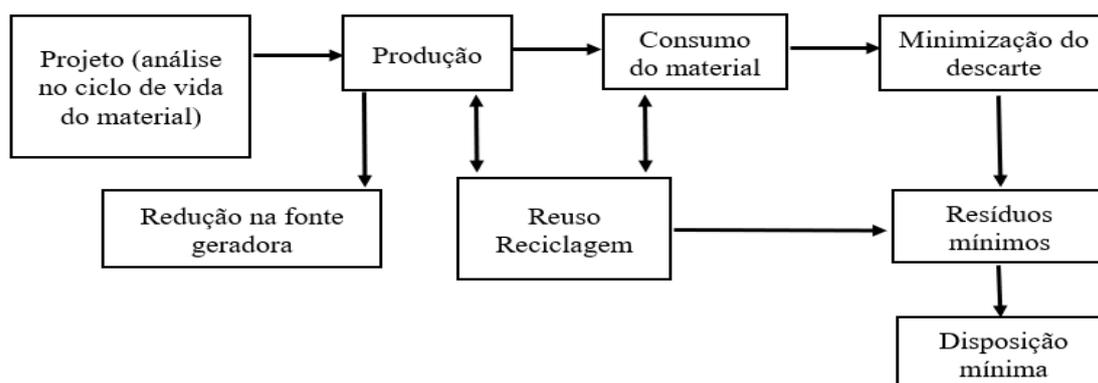
2.2 Produção Mais Limpa

A ferramenta P+L consiste em uma alternativa de gestão sustentável na qual se aplicam planos de ação ambiental, sendo esses integrado aos processos, produtos e serviços (FERNANDES *et al.*, 2001). Diante disso, essas práticas propõem produzir causando o mínimo de impacto ambiental, para isso visa-se otimizar a utilização dos recursos disponíveis (LUZ *et al.*, 2014).

A P+L contribui para a redução de perdas ao longo dos processos. Além disso, essa metodologia auxilia a mitigar os impactos ambientais inerentes as etapas produtivas, ao passo que colabora com a redução dos custos de produção e eleva a qualidade do ambiente de trabalho, uma vez que preza pelo bem-estar do trabalhador (HARADA, 2006).

Conforme apresentado na Figura 1, a P+L visa reaproveitar os resíduos por meio do reuso e/ou reciclagem. Assim, com o reaproveitamento dos RCC é possível reduzir o volume de resíduos destinados aos aterros ou incineradores (LUZ *et al.*, 2014).

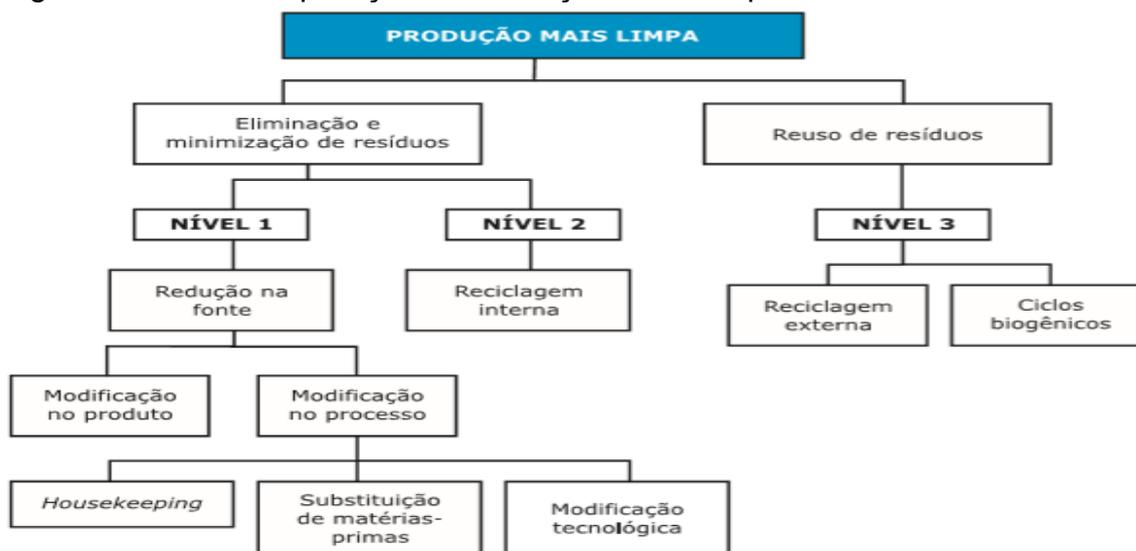
Figura 1: Representação da ferramenta Produção Mais Limpa



Fonte: Adaptado Luz et al (2014)

Nesse contexto, com relação aos RCC, a P+L em um primeiro momento busca aplicar alternativas que contribuam para a redução da geração de resíduos pela fonte geradora, como exemplo essa metodologia incentiva a adoção de produtos e processos produtivos com melhor qualidade afim de reduzir as perdas. Quando esgotadas as possibilidades para evitar a geração de resíduos na fonte, é preferível reaproveitá-los no próprio canteiro de obras, seja por métodos de reutilização ou reciclagem. No entanto, quando essas alternativas são inviáveis economicamente, opta-se pela reciclagem externa (ARAÚJO, 2002). Na Figura 2, apresenta-se os níveis de aplicação da produção mais limpa.

Figura 2: Níveis de aplicação da Produção Mais Limpa



Fonte: Adaptação Araujo (2002)

Frente ao modelo de gestão dos resíduos aplicados pela P+L, observa-se que essa ferramenta busca explorar todas as potencialidades de R. gest. sust. ambient., Florianópolis, v. 9, n. esp , p. 781-799, fev. 2020

reaproveitamento dos resíduos. Desse modo, quando esgotadas, os mesmos devem ter uma disposição final ambientalmente correta (AMADEI, 2011).

2.3 Reaproveitamento dos resíduos da construção civil

Com a ascensão do desenvolvimento sustentável, a busca pela otimização da utilização dos recursos naturais aumentou consideravelmente. Frente ao fato, a fim de corroborar com essa perspectiva, busca-se introduzir os RCC nos processos produtivos. Desse modo, alternativas que visam ao reaproveitamento dos resíduos faz com que esses deixem de ser uma fonte de despesa e se tornem uma fonte de faturamento ou, pelo menos, contribuam com a redução das despesas referentes à sua disposição final (CARNEIRO *et al.*, 2001).

As usinas de beneficiamento dos RCC promovem ganhos ambientais e sociais, assim contribuem com o desenvolvimento sustentável (KUHN *et al.*, 2017). No que refere ao Brasil, o mesmo possui uma quantidade significativa de usinas voltadas para a reciclagem desse tipo de resíduo. Contudo, observa-se que a abrangência das ações voltadas ao reaproveitamento do material é comumente impactada pelo descarte incorreto dos resíduos, visto que a segregação deles na fonte geradora não é uma prática difundida no âmbito nacional (SIMONI, 2016).

Ao analisar os RCC, constata-se sua heterogeneidade, sendo que grande parte da sua composição é reciclável com alto valor agregado. Além disso, comumente os resíduos provenientes do concreto, argamassa, areia, solos, madeira, cerâmica e rochas possuem grande representatividade na composição desse resíduo. Frente ao fato, a Resolução nº 307 do CONAMA classifica os resíduos de acordo com suas potencialidades de reaproveitamento conforme se apresenta na Figura 3.

Figura 3: Descrição da classificação presente na Resolução n° 307 do CONAMA

Classe	Descrição
Classe A	Reaproveitado como agregado, tais como: componentes cerâmicos, argamassa, concreto, solo proveniente de terraplanagem e outros
Classe B	Reaproveitado para outra destinação, como: plástico, papel/papelão, metais, vidros, madeira e outros
Classe C	Sem tecnologia ou aplicação economicamente viável que permita seu reaproveitamento
Classe D	Resíduos perigosos, contaminados ou prejudiciais à saúde, como tintas, solventes, óleos e outros

Fonte: Adaptação Brasil (2002)

Nesse contexto, os materiais que compõem os resíduos da construção são potenciais matérias-primas a serem exploradas. Como exemplo, por meio da reciclagem dos RCC esses materiais podem ser reintroduzidos em obras de pavimentação, obras de drenagem, regularização, contrapisos, produção de concretos, argamassas entre outros (AMORIM, 2016).

3 METODOLOGIA



A pesquisa analisou um edifício residencial, que apresenta 17 pavimentos e está situado na cidade de Cascavel, região Oeste do estado do Paraná. A construção foi executada em regime de administração por condomínio, em outras palavras, os proprietários realizam pagamentos mensais à construtora contratada, a qual é responsável por administrar e edificar a obra.

Durante o período de janeiro de 2018 a maio de 2019, um levantamento de dados foi realizado acerca da quantidade de RCC gerado durante esse período. Em sequência, propôs-se práticas do modelo de gestão P+L no canteiro de obras a fim de reduzir as perdas ao longo dos processos e promover o acondicionamento correto desses resíduos.

Posteriormente, por meio da análise do volume de resíduos gerados e sua forma de descarte, foram sugeridas práticas que contribuíssem para a redução da geração de RCC e para o reaproveitamento desses resíduos, seja pelo seu reuso ou reciclagem. Dessa maneira, a partir da caracterização qualitativa dos resíduos gerados no edifício em estudo, juntamente com uma pesquisa bibliográfica, foram abordadas alternativas de reciclagem e reuso que poderiam

ser realizadas com os resíduos considerados como entulho, visto que esses se encontravam misturados, inviabilizando seu reaproveitamento.

4 RESULTADOS

4.1 Caracterização das atividades realizadas no local de estudo

Durante o período de coleta de dados referente aos RCC, foram realizadas atividades diversas no canteiro de obras. Estas estão descritas na Figura 4.

Figura 4: Atividades realizadas mensalmente na execução da obra

Mês	Atividades realizadas	Funcionários
JAN/2018	Reboco interno, regularização de piso, alvenaria	18
FEV/2018	Reboco interno, regularização de piso, alvenaria, assentamento de soleiras e pingadeiras	14
MAR/2018	Reboco interno/externo, alvenaria, soleiras e pingadeiras	16
ABR/2018	Reboco interno/externo, concretagem do duto de ar	16
MAI/2018	Reboco interno e externo, regularização de piso	15
JUN/2018	Reboco interno e externo, alvenaria	10
JUL/2018	Reboco interno e externo, alvenaria	15
AGO/2018	Reboco interno e externo, alvenaria, pintura interna e externa.	14
SET/2018	Requadro, demolição, pintura interna, pintura externa e cobertura.	13
OUT/2018	Requadro, demolição, pintura interna, pintura externa, gesso, concretagem e cobertura.	13
NOV/2018	Pintura interna/externa, requadros, assentamento de pavers e porcelanato, execução da churrasqueira pavimento social, cobertura.	10
DEZ/2018	Pintura interna/externa, concretagem piso subsolo e térreo, viga baldrame entrada prédio, assentamento porcelanato, instalação de contramarco.	11
JAN/2019	Pintura interna/externa, concretagem viga baldrame e pilares entrada predial, instalação dos elevadores.	13
FEV/2019	Pintura interna/externa, emboço entrada predial, regularização nas piscinas, teste de impermeabilização nas piscinas.	8

MAR/2019	Pintura interna/externa, emboço entrada predial, forma, armadura e concretagem da escada de entrada do prédio.	8
ABR/2019	Pintura interna/externa, demolição e emboço	11

Fonte: Os autores

Em vista da implantação do sistema de gestão da qualidade Programa Brasileiro da Qualidade e Produtividade do Habitat (PBQP-H), os serviços executados eram supervisionados pelo mestre de obras juntamente com o estagiário encarregado pela qualidade da execução das atividades. Este acompanhamento consistia na avaliação da execução da atividade a fim de garantir a boa qualidade do serviço e acompanhar a evolução da construção. Para a atividade estar em conformidade com o sistema de qualidade, essa deveria atender alguns quesitos técnicos pré-estabelecidos, como o prumo, nível, esquadro e alinhamento. Foram desconsiderados parâmetros voltados à sustentabilidade, como geração de resíduos, consumo de água e energia.

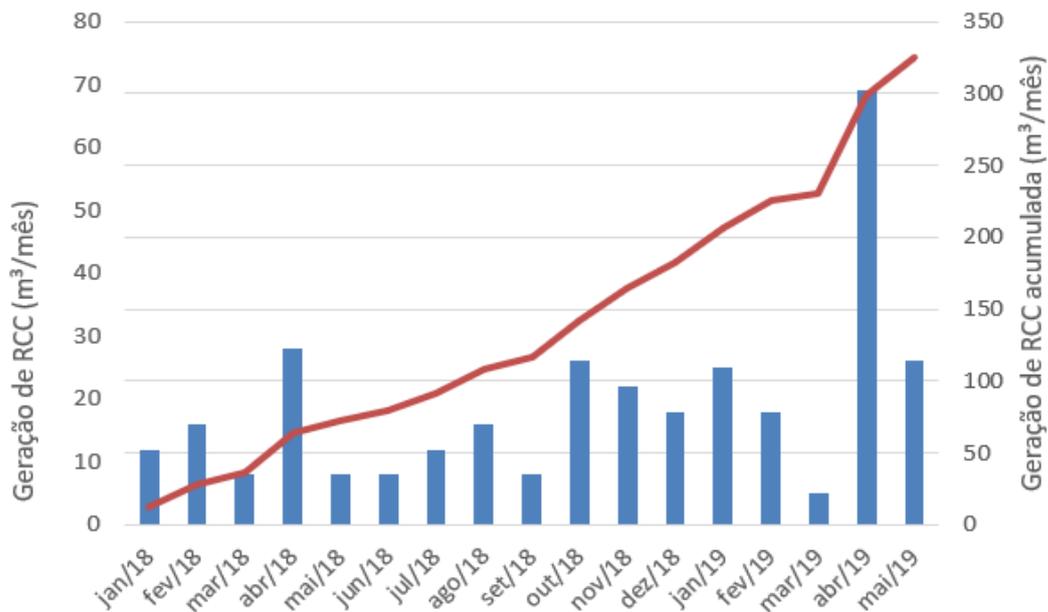
Diante do relato sobre o sistema de avaliação das atividades realizadas, evidenciou-se que não havia um controle com relação a quantidade de materiais utilizados na execução dos serviços e desperdícios ao longo do processo construtivo. Ademais, constatou-se que a realização de treinamentos voltados para instruir o trabalhador acerca da melhoria contínua das etapas construtivas, como a otimização da utilização dos materiais e o seu reaproveitamento, não eram práticas difundidas.

Com relação a separação dos RCC gerado na obra, esses seguiam a classificação apresentada na Resolução nº 307 do CONAMA. No entanto, observou-se que a separação dos resíduos não abrangia sua totalidade. Sendo assim, verificou-se que grande parcela dos resíduos era considerada entulho por este estar misturado sem critério de separação. Este material era acondicionado em caçambas que seguiam para o aterro de inertes, sem passar por qualquer tipo de beneficiamento, dificultando o seu reaproveitamento.

De acordo com o registro da coleta dos RCC no canteiro de obras foi possível estimar o volume de resíduos gerados mensalmente, bem como o volume acumulado ao longo da pesquisa (Figura 5). No mais, observou-se que os resíduos segregados eram coletados e reaproveitados por empresas especializadas, enquanto que os resíduos que estavam misturados, eram

coletados pelo sistema convencional de coleta de inertes. Além disso, por meio dessa separação na fonte geradora foi possível quantificar a composição dos RCC gerado no canteiro de obras (Figura 6).

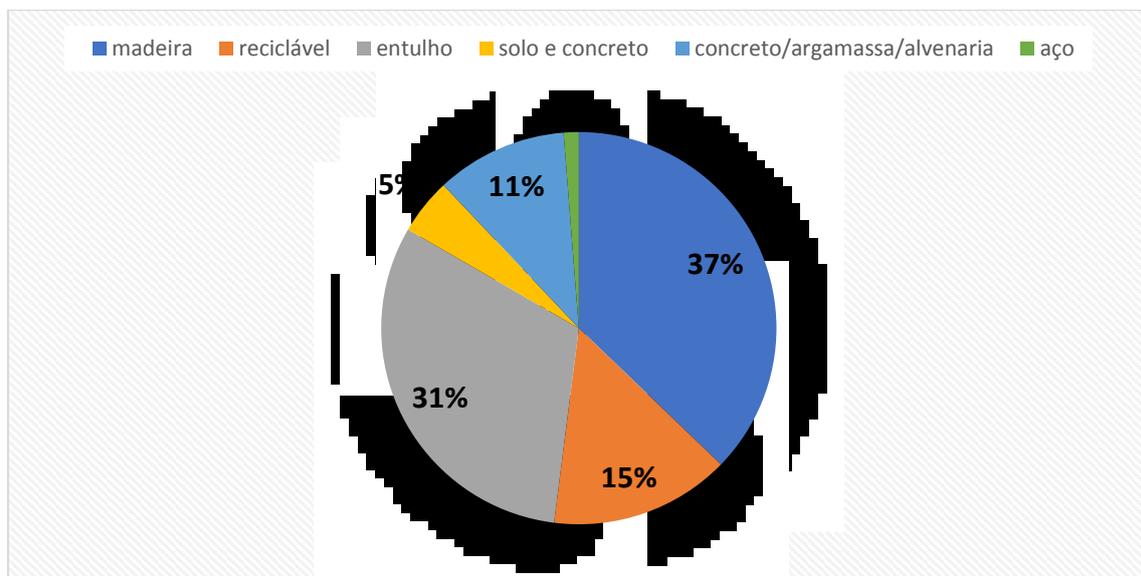
Figura 5: Geração de RCC na construção



Fonte: Os autores



Figura 6: Composição dos RCC gerado na construção durante a coleta de dados



Fonte: Os autores

Ao longo dos 17 meses abrangidos pela pesquisa, o volume de resíduos gerados totalizou 325 m³. Em março de 2019 houve a menor geração de

resíduos, sendo essa de 5 m³. Já em abril de 2019 ocorreu a maior geração, a qual foi de 69 m³. Este cenário é resultado da demolição de algumas paredes localizadas na área social da obra, uma vez que essas não estavam de acordo com o projeto arquitetônico. De fato, grande parte dos resíduos gerados na construção civil são provenientes da incompatibilização de projetos (WANG et al, 2019). Outra vertente a ser considerada com relação ao período de maior geração de resíduos refere-se à contratação de três funcionários, uma vez que mediante esse fato aumentou as frentes de serviço, como consequência elevou-se a geração de resíduos.

Com relação a disposição dos RCC no canteiro de obras, parte dos resíduos passavam por uma separação prévia anteriormente à sua coleta, desse modo eram acondicionados em baias e *bags* (Figura 7). A separação dos resíduos seguia a classificação da Resolução n° 307 do CONAMA (2002). Ademais, posteriormente à sua separação e acondicionamento os resíduos eram coletados e destinados às empresas de reciclagem.

Figura 7: Baias para acondicionar os RCC anteriormente à sua coleta (madeira e papel/papelão)



Fonte: Os autores

A composição dos resíduos que eram segregados nesses locais constituía-se por: madeira, recicláveis (papel/papelão, plástico, vidro, metal), argamassa/concreto/alvenaria, solo/concreto e aço. Esses materiais corresponderam, respectivamente, a 37%, 15%, 11%, 5% e 1% do volume total de RCC gerado na construção.

Diante desse cenário, conclui-se que 69%, ou seja, 224,25 m³ dos resíduos gerados são reciclados e reutilizados, visto que apenas o entulho não é reaproveitado. Frente aos fatos, observa-se que os resíduos de classe A foram os que obtiveram maior representatividade com relação ao montante de RCC gerado, correspondendo à 54%, valor similar a resultados já reportados (DA SILVA; SANTOS; DE ARAÚJO; 2017). Com relação ao entulho, esse corresponde a 31% do volume total de resíduos de gerados, além disso o material era acondicionado em caçambas as quais eram coletadas por empresas responsáveis pela disposição correta de resíduos que não eram previamente separados.

Considerando o montante de RCC gerado e a sua composição, constatou-se que grande parte da geração e descarte poderiam ser evitados com o controle das atividades diárias e reuso dos materiais. Como exemplo, cita-se as atividades que utilizavam o concreto e/ou argamassa, uma vez que anteriormente à sua dosagem, deveriam calcular o volume dos materiais necessários afim de reduzir as perdas. Após finalizada a atividade se o concreto ou argamassa estivessem frescos esses poderiam ser realocados em outra área da edificação para serem utilizados, assim evitando o desperdício.

Outro exemplo a ser destacado refere-se ao assentamento das peças cerâmicas, essas deveriam ser previamente dispostas no contrapiso a fim de realizar uma prévia do resultado final. A disposição prévia do material é de suma importância, visto que mediante à variação das juntas entre as peças, a qual poderia variar de 3 a 5 mm, é possível reduzir o número de cortes nas cerâmicas, assim otimizando a utilização dessas.

4.2 Alternativas para o reaproveitamento dos resíduos gerados no canteiro de obras

Ao analisar a composição do entulho, constatou-se que esse era constituído por resíduos que poderiam ser reaproveitados, como os blocos de concreto, solo, cerâmica, argamassa, madeira, cimento, entre outros. No entanto, esses não haviam sido separados previamente, assim inviabilizando seu reaproveitamento no canteiro de obras. Nesse contexto, a fim de tornar a reciclagem e o reuso desses resíduos mais abrangente nessa construção, realizou-se o treinamento dos funcionários com o intuito de apresentar as

possibilidades de reaproveitamento dos resíduos gerados no canteiro de obras caso esses fossem separados antes de serem descartados.

Como exemplo dos materiais com possibilidade de reuso no canteiro de obras e que faziam parte dos resíduos encontrados no entulho da obra têm-se as tábuas de madeira, essas comumente eram utilizadas para a montagem das formas para a concretagem dos elementos estruturais, bem como para o seu escoramento. Para que essas tábuas sejam reutilizadas no canteiro de obras, deve-se retirar os pregos fixados ao longo da sua superfície e armazená-las em local coberto, protegendo o material contra intempéries (ALÍPIO, 2010). Diante dessa perspectiva, na Figura 8 apresenta-se algumas alternativas de reaproveitamento da madeira.

Figura 8: Alternativas de reaproveitamento da madeira

Resíduo	Características	Produto potencial	Referências
Madeira	Propriedades acústicas	Painéis acústicos	Hyvarinen, Ronkanen, Karki (2019)
Madeira	Reutilização da peça para abastecimento de caldeira	Cavaco	Simoni (2016)
Madeira	Baixo custo de execução e valorização do imóvel por utilizar material ecológico	Revestimento interno de ambientes	De Araújo (2018)

Fonte: Os autores

A reciclagem do gesso é uma prática com recente incentivo. Apenas em 2013 o CONAMA alterou a classificação do material para classe B, uma vez que anteriormente o mesmo era classificado como classe C, classe está, que é constituída por resíduos que não possuem tecnologias de reaproveitamento ou a prática de reaproveitamento é considerada economicamente inviável (DA ROCHA et al., 2018). Desse modo, para viabilizar a reciclagem do gesso, o mesmo deve ser armazenado em local coberto e não pode estar diretamente em contato com o solo. Frente ao fato, na Figura 9 apresenta-se algumas possibilidades de reaproveitamento do gesso.

Figura 9: Alternativas de reaproveitamento do gesso

Resíduo	Características	Produto potencial	Referências
Composto de gesso	Estabilidade térmica e à prova de fogo	Placas para isolamento	Ramos, Mendes (2014)
Gesso	Promove melhorias no solo contribuindo para o desenvolvimento da agricultura	Calagem do solo	Da Rocha et al., (2018)

Fonte: Os autores

Com relação ao concreto, rochas e argamassa desperdiçados na execução, esses podem ser encaminhados para usinas de reciclagem, a qual realizará o beneficiamento desses mediante processos de britagem. Na Figura 10 apresenta-se algumas alternativas para o reaproveitamento desses materiais.

Figura 10: Alternativas de reaproveitamento do concreto, rochas e argamassa

Resíduo	Características	Produto potencial	Referências
Composto do concreto	Redução de custo na produção de elementos em concreto	Concreto em ladrilhos	Medina et al. (2011)
Concreto (agregado)	Melhoria na resistência à compressão e durabilidade	Substituição do agregado no concreto não estrutural	Brasileiro, Matos (2015)
Resíduo de concreto e rocha	Redução de custos de produção	Sub-base de pavimento flexível	Amorim (2016)
Concreto e alvenaria	Utilização como agregado miúdo na composição do tijolo solo-cimento	Tijolo solo-cimento	Dantas et al. (2019)
Concreto, argamassa cerâmica e rocha	Compõe 20% dos materiais do pavimento	Asfalto de mistura a quente	Ossa, Garcíá, Botero (2016)

Fonte: Os autores

Os resíduos de solo, que não se encontram contaminados, podem ser utilizados para diversas finalidades (ALÍPIO, 2010). Como exemplo, na Figura 11 apresenta-se algumas alternativas para o reaproveitamento desse material.

Figura 11: Alternativas de reaproveitamento do solo

Resíduo	Características	Produto potencial	Referências
Solo	Caso não haja contaminantes	Utilização para o aterramento de áreas	Alípio (2010)
Solo	Quando houver propriedades benéficas ao cultivo	Utilização para fins paisagísticos	Cunha (2007)

Fonte: Os autores

Considerando as alternativas de reciclagem apresentadas na Figura 11, em vista que o entulho corresponde a 31% da totalidade de RCC gerado, evidenciou-se a importância da separação dos resíduos na fonte geradora afim de contribuir para a maior abrangência das práticas que visam o reaproveitamento desses. Assim, caso os resíduos fossem acondicionados separadamente e de acordo com as condições pré-estabelecidas para cada material, cerca de 102 m³ de resíduos seriam reintroduzidos nos processos produtivos. Desse modo, reduziria se a quantidade de resíduos dispostos em aterros de inertes.

Caso fossem aplicadas práticas para reaproveitar os RCC no canteiro de obras, seria possível reduzir os custos referentes a compra de materiais, além de reduzir a exploração dos recursos naturais. Ademais, há diversas vantagens com o reaproveitamento dos resíduos, como a redução do descarte inadequado, transformação de uma fonte de despesa em uma fonte de renda, redução das despesas municipais referentes à disposição final e redução das emissões gases de efeito estufa (GEE) nos processos produtivos dos materiais proveniente dos materiais recém extraídos (SORMUNEN; KARKI, 2019; WANG et al., 2019).

5 CONCLUSÃO

Diante dos dados apresentados, conclui-se que a frequência com que a mão-de-obra recebe treinamento acerca das atividades realizadas no canteiro de obras influencia no volume de RCC gerado. Desse modo, instruções referentes a otimização da utilização dos recursos, bem como da gestão de resíduos devem se tornar uma prática frequente.

Quando adotado as práticas abordadas na P+L é possível reduzir os custos referentes à compra de materiais e coleta de resíduos da edificação. Outro aspecto importante refere-se ao valor agregado ao imóvel, visto que sua construção estará fundamentada em práticas sustentáveis. Estas práticas contribuem para a redução da utilização dos recursos naturais de modo irracional, já que esses são substituídos nos processos produtivos pelos RCC. Ademais, quando os RCC são devidamente reciclados o produto obtido por meio desse processo apresenta propriedades físicas similares os materiais empregados na construção provenientes de produtos convencionais.

Dentro desse contexto, conclui-se que há diversos benefícios com a implantação e desenvolvimento de sistemas de reuso e reciclagem de RCC. Como exemplo há redução dos investimentos destinados à coleta desses resíduos, substituição de produtos obtidos de processos convencionais pelos reciclados, mitigação dos impactos ambientais inerentes ao seu ciclo de vida do bem de consumo, principalmente no que se refere à sua disposição final.

Frente aos fatos apresentados é interessante ressaltar que para tornar a gestão sustentável dos RCC no Brasil mais abrangente, é necessário que as políticas nacionais e os órgãos competentes sejam mais rigorosos. Além do mais, afim de contribuir para a difusão de práticas sustentáveis é de suma importância que o Estado estimule o mercado de produtos ambientalmente corretos, os quais na sua composição possuem resíduos.

REFERÊNCIAS

ALIPIO, A. P. R. **Reciclagem do entulho da indústria da construção civil.** Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2010.

ALMEIDA, E. S.; COSTA, J. S. da. **Caracterização de blocos intertravados confeccionados com rejeitos de piso cerâmico aplicados em calçamento urbano**. ANAL CONGRESSO BRASILEIRO DE CERÂMICA, Guarujá: 2009.

AMADEI, D. I. B. **Avaliação de blocos de concreto para pavimentação produzidos com resíduos de construção e demolição do município de Juranda-PR**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2011.

AMORIM, A. S. **Análise crítica da viabilidade econômica e ambiental do processo de reciclagem de resíduos de construção civil no âmbito de um município**. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2016.

ARAUJO, A. F. **A Aplicação da Metodologia de Produção Mais Limpa: Estudo em uma Empresa do Setor da Construção Civil**. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção) - Universidade Feral de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS - ABNT. **NBR 10004** - resíduos sólidos: classificação. Rio de Janeiro, 2004. 71 p.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. **Resolução nº 307**. Brasília, DF: Diário Oficial da República Federativa do Brasil, 05 de julho de 2002. Brasília, 2002.

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

CÂMARA DA INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO. **Guia de Sustentabilidade na Construção**. Belo Horizonte: FIEMG, 2008. 60p.

CARNEIRO, A. P., QUADROS, B. E. C., OLIVEIRA, A. M. V., BRUM, I. A. S., SAMPAIO, T. S., ALBERTE, E. P. V., COSTA, D. B. **Reciclagem de entulho para a produção de materiais de construção**. Salvador, Brasil: Editora da Universidade Federal da Bahia, 2001.

CUNHA, N. A. **Resíduos da construção civil análise de usinas de reciclagem**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil) – Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007.

DA ROCHA, P. M. R.; DE CONTO, A. G.; GIESE, T. G.; BRANDALISE, L. T.; FAVERO, E.; BERTOLINI, G. R. F. Reciclagem do gesso para uso na agricultura sob os aspectos econômico e ambiental. **Revista eletrônica Ciências da Administração e Turismo**, v. 6, n. 1, p. 33-50, 2018.

DA SILVA, W. C.; SANTOS, G. O.; DE ARAÚJO, W. E. L. Resíduos Sólidos de Construção Civil: Caracterização, Alternativas de Reuso e Retorno Econômico. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 286-301, 2017.

DANTAS, N. K. P.; SALAS, M. W. R.; MARQUES, C. C. T.; DANTAS, I. K. P. BOSCO, L. K. O. Estudo granulométrico do resíduo de construção e demolição para fabricação de mistura de solo-cimento. **Global Science and Technology**, v. 12, n.1, 2019.

DE ARAÚJO, L. M. Reaproveitamento de material para emprego em design de interiores residenciais. **DêCiência em Foco**, v. 2, n. 1, p. 170-189, 2018.

FERNANDES, J. V. G.; GONÇALVES, E.; ANDRADE, J. C. S.; KIPERSTOK, A. Introduzindo práticas de produção mais limpa em sistemas de gestão ambiental certificáveis: uma proposta prática. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 157-164, 2001.

HARADA, F. H. **Uso da técnica Produção Mais Limpa em Estação de Tratamento de Efluentes Industriais**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Química) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

KUHN, C.; BRUM, E. M.; B. R.; PANDOLFO, A.; PASQUALI, P. B. Análise de viabilidade econômica de uma usina de reciclagem de resíduos da construção civil. **Revista Gestão & Sustentabilidade Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 478-494, 2017.

LUZ, J. R.; CAVALCANTE, P. R. N.; CARVALHO, J. R. M. Estratégias de qualidade ambiental e produção mais limpa no setor de construção civil. **Revista Ambiente Contábil**, v. 6, n. 2., p. 18-35, 2014.

MEDINA, C.; DE ROJAS, S. M. I.; FRÍAS, M.; JUAN, A. Using ceramic materials in ecoefficient concrete and precast concrete products. In: **Advances in Ceramics-Electric and Magnetic Ceramics, Bioceramics, Ceramics and Environment**. IntechOpen, 2011.

OSSA, A.; GARCÍA, J. L.; BOTERO, E. Use of recycled construction and demolition waste (CDW) aggregates: a sustainable alternative for the pavement construction industry. **Journal of Cleaner Production**, v. 135, p. 379-386, 2016.

PINTO, T. **Metodologia para a Gestão Diferenciada de Resíduos Sólidos da Construção Urbana**. Tese (Doutorado em Engenharia Civil) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1999.

RAMOS, F. J. H. T. V.; MENDES, L. C. Recycled high-density polyethylene/gypsum composites: evaluation of the microscopic, thermal, flammability, and mechanical properties. **Green Chemistry Letters and Reviews**, v. 7, n. 2, p. 199-208, 2014.

SIMONI, J. H. **Análise de usina de resíduos da construção civil de Maringá – Paraná**. Dissertação (Mestrado em Engenharia Urbana) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2016.

SORMUNEN, P.; KÄRKI, T. Recycled construction and demolition waste as a possible source of materials for composite manufacturing. **Journal of Building Engineering**, p. 100742, 2019.

WANG, J.; YU, B.; TAM, V. W. Y.; LI, J; XU, X. Critical factors affecting willingness of design units towards construction waste minimization: Na empirical study in Shenzhen, China. **Journal of Cleaner Production**, v. 221, p. 526-535, 2019.

