

IMPLANTAÇÃO DE FERRAMENTA DE ECOEFICIÊNCIA NO SETOR DE CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO EM UMA EMPRESA DO SETOR DE COLETA DE RESÍDUOS

Claudio Soares Fernandes Junior
csjunior.soares@gmail.com
UNINOVE

Carlos Augusto Borges da Silva Borges
carlosborges219@gmail.com
UNINOVE

Luiz Fernando Rodrigues Pinto
lfernandorp44@gmail.com
UNINOVE

Geraldo Cardoso de Oliveira Neto
geraldo.prod@gmail.com
UNINOVE

Resumo: Resíduos oriundos de descarte na Construção Civil ainda são um grande desafio para a sociedade moderna já que não são todas as empresas especializadas na coleta destes tipos de resíduos que possuem políticas rígidas de descarte seguindo as normativas governamentais. A falta de separação dos materiais relacionados à sua classificação depois de utilizados e destinados ao descarte ainda acarretam problemas relacionados a destinação incorreta dos resíduos. Isto posto, a pergunta de Pesquisa que este trabalho tentará responder é se existiriam ganhos econômicos e ambientais com a implantação de ferramentas de Ecoeficiência no ramo de resíduos de Construção Civil. Um estudo de caso foi conduzido em uma empresa do ramo de coleta de resíduos de construção civil localizada na Cidade de São Paulo, onde foram levantados dados para o cálculo de ganhos econômicos e ambientais caso sejam implantadas ferramentas de Ecoeficiência. Os resultados obtidos mostraram à empresa a viabilidade da implementação trazendo ganhos econômicos e ambientais na redução do material misturado, redução do descarte irregular e ganho na lucratividade antes não percebido.

Palavras Chave: Construção Civil - Resíduos - Ganho Econômico - Ganho Ambiental - Logística

Reversa



1. INTRODUÇÃO

A cidade de São Paulo (SP) é uma megametrópole e como tal, tem como característica possuir um grande número de construções de edifícios em paralelo com a ocupação irregular de áreas inadequadas a construção de moradias. Em decorrência dessas construções são originados diversos problemas ambientais tais como a alta quantidade de resíduos de construção descartada em locais inadequados, a impermeabilização do solo que é o principal responsável pelas enchentes na cidade e a formação das ilhas de calor ocasionadas pelo constante aumento da temperatura (WANG *et al*, 2015). O problema aumenta na mesma proporção que áreas de vegetações naturais são transformadas em áreas de descarte ou em estruturas urbanas (RADHI *et al*, 2013).

Para realização de alterações no sistema urbano são necessários planejadores urbanos confiáveis, com alta qualidade e bem-sucedidos, que permitam a comunicação dos habitantes com o ambiente ao seu redor (NYONG *et al*, 2007).

Para que uma cidade obtenha um desenvolvimento sustentável e resistente a mudanças futuras, é preciso um questionamento que ultrapasse disciplinas, facilitando espaços urbanos almejados e reduzindo a possibilidade de resíduos indesejáveis (LOMBARDI *et al*, 2012; PRINCE, 2016).

Globalmente há uma adoção de iniciativas verdes na construção civil, ou seja, o uso por matérias sustentáveis, econômicos e duráveis (SOJOBI, 2016). A indústria da construção tem grande influência sobre os três aspectos da sustentabilidade: ambiental, econômico e social (SMOL *et al*, 2015). Esse questionamento dá suporte a economia circular, viabiliza a conservação dos recursos naturais, estimula a eficiência dos recursos e minimiza a poluição ambiental (STEPHAN & ATHANASSIADIS, 2018; TURK *et al*, 2015).

Neste contexto, o destino final de resíduos de construção civil deve atender as expectativas ambientais, ou seja, descarte de resíduos em locais apropriados obedecendo os critérios técnicos estabelecidos pelos órgãos responsáveis, tendo como resultado uma solução técnica de projeto e execução que conduza ao ganho econômico e ambiental. Na situação atual, na visão da engenharia, percebe-se como obstáculos além dos itens relacionados anteriormente, desafios impostos aos técnicos administrativos, que trabalham em projetos ou atuam diretamente com poder de decisão e como executores ou em controle tecnológico visando custo e benefício ambiental.

Baseado nesta argumentação, a pergunta de Pesquisa que este trabalho tentará responder é se existiriam ganhos econômicos e ambientais com a implantação de ferramentas de Ecoeficiência no ramo de resíduos de Construção Civil.

Analisando as ferramentas de Ecoeficiência, nota-se que através da Logística Reversa (LR) consegue-se ganhos expressivos e antes não atingíveis com o processo atual. A logística reversa (LR) é um conjunto de meios que leva a coleta e a devolução dos resíduos sólidos ao setor empresarial e está ligada às etapas de remanufatura e reciclagem na economia circular. Ambos esses conceitos estão diretamente ligados à responsabilidade que todos têm pelo ciclo de vida de um produto, para que ele seja reaproveitado em seu ciclo produtivo (DOWLATSHAHI, 2000; LEITE, 2002).

O presente trabalho possui uma introdução com a justificativa da necessidade de melhoria no descarte regular de resíduos de construção civil, breve método de pesquisa relacionada ao Estudo de Caso, seguido pela revisão de literatura e os resultados obtidos pelo trabalho, finalizando com a conclusão da necessidade de trabalhos mais robustos para o desenvolvimento de tecnologias e processos mais sustentáveis no tratamento de resíduos de construção civil.



2. MÉTODO DE PESQUISA

A utilização do estudo de caso como método nesse estudo visa apresentar dados de experimento realizado, demonstrando uma excelente estratégia para pesquisadores atingirem objetivos práticos e teóricos. Assim como, oferece subsídios para que levantamentos mais aprofundados sejam realizados sobre o tema proposto no contexto apresentado, assumindo questões práticas e em uso por determinado campo de observação (YIN, 2003).

Isto posto, foram observados durante o período de um mês os potenciais ganhos relacionados ao descarte de resíduos de construção civil gerados por vários novos empreendimentos que são coletados por uma empresa especializada neste tipo de coleta, porém sem a preocupação latente dos ganhos que podem ocorrer a partir do correto descarte destes resíduos. Além da observação, foram realizados ajustes pontuais na classificação e separação dos resíduos com o auxílio de outra empresa parceira de sucata e após a implementação destas ações foram realizados posteriormente cálculos comparativos de ganho com o ano anterior.

A partir da concepção do estudo de caso proposto, este artigo apresenta revisão de literatura que justifica a utilização do método, apresentando estudos correlacionados e aplicação de ferramentas de ecoeficiência, os resultados demonstram a efetividade da ecoeficiência e sua relação com a sustentabilidade e o triple bottom line.

Este trabalho quanto aos métodos está inserido como exploratório, ao apresentar os problemas existentes na empresa estudada e o destaque para os resultados práticos e os ganhos gerados após a implantação das soluções propostas. Este trabalho foi desenvolvido com uma abordagem quantitativa ao ter considerado dados numéricos para apresentar os resultados obtidos (EISENHARDT, 1989).

3. REVISÃO DE LITERATURA

As construções na sua maioria e tradicionalmente são formadas a partir da combinação de cimento, concreto e argamassas. Depois da água, o concreto é a substância mais consumida na terra, em face disso a sua exploração é uma das principais atividades responsáveis pela geração de gases que contribuem para o efeito estufa (ALMEIDA *et al*, 2020).

Os resíduos de construção civil (RCC) são caracterizados como materiais heterogêneos originados a partir da construção, reforma ou demolição de edifícios e demais infraestruturas. Em sua maioria esses resíduos são originados da junção de materiais heterogêneos usados na indústria da construção civil como: madeira, vidro, asfalto, plástico, gesso, cerâmica, rochas, solo, ripa, papel, papelão, porcelanato e matéria orgânica (COCHRANT, 2007).

Segundo a resolução nº 307/2002 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), RCC são “resíduos 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.

Os resíduos de construção podem ser classificados em classe A e classe B, sendo respectivamente detalhados como sendo Classe A os blocos, argamassas, concretos, etc... e Classe B os papéis, plásticos, vidros e metais (BESSA, 2019).

Os materiais da classe B são utilizados sempre em menor quantidade quando comparados com os da classe A. Reafirmando que grande parte dos resíduos dessa classe deveriam ser reutilizados afim de diminuir a extração de recursos naturais e consequentemente preservar o meio ambiente (BESSA *et al*, 2019).

Continuando com a classificação a Autoridade Municipal de Limpeza (AMLURB) acrescenta mais duas classes, sendo elas C e D que são caracterizadas com sendo da Classe C os isopores, massas corridas, massas de vidros e outros não recicláveis e como sendo da Classe D as tintas, vernizes, solventes e resíduos perigosos (BESSA *et al*, 2019).

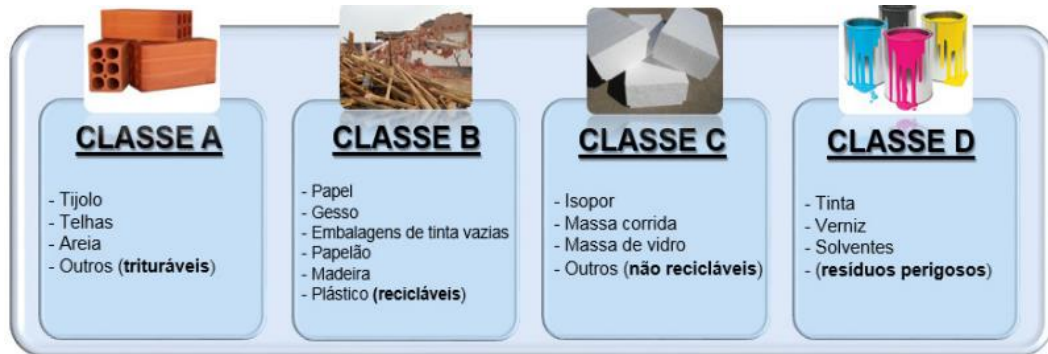


Figura 1: Classe dos Resíduos.
Fonte: Prefeitura de São Paulo (2021)

Com base na resolução Conama 307/2002, todo o resíduo oriundo da construção civil e demolição tem obrigação de ser descartado conforme as regras estabelecidas nesse documento, com a finalidade de cumprir a todos os requisitos ambientais e legais, conforme a legislação vigente.

Tabela 1: Destinação final segundo a Classe do RCC.

Classe do Resíduo	Característica do Material	Destinos Legais
A	Cimentos e Cerâmicos	<ul style="list-style-type: none"> Usina de reciclagem Aterro de RCC (inertes) Área de transbordo e triagem (ATT)
B	Papel, plástico, madeira, metais, gesso, embalagens de tintas vazias, etc...	<ul style="list-style-type: none"> Área de transbordo e triagem (ATT) Aterro sanitário Cooperativas de reciclagem
C	Massa Corrida, de vidro, e outros que não tenham sido desenvolvidas tecnologias ou aplicações que permitam sua reciclagem ou recuperação.	<ul style="list-style-type: none"> Aterro sanitário Aterro de resíduos não perigosos
D	Tintas, solventes, óleos, madeira tratada, materiais com amianto	<ul style="list-style-type: none"> Aterro de resíduos não perigosos

Fonte: Prefeitura de São Paulo (2021)

4. RESULTADOS

4.1. Avaliação Econômica

Foi adotado como período de análise comparativo para ser desenvolvido o estudo econômico, o ano de 2020, onde foram analisados os dados de uma empresa que tinha como atividade o transporte e descarte de resíduos de construção e demolição em locais adequados, afim de demonstrar os ganhos financeiros e ambientais que foram representados no presente trabalho através de números expressivos.

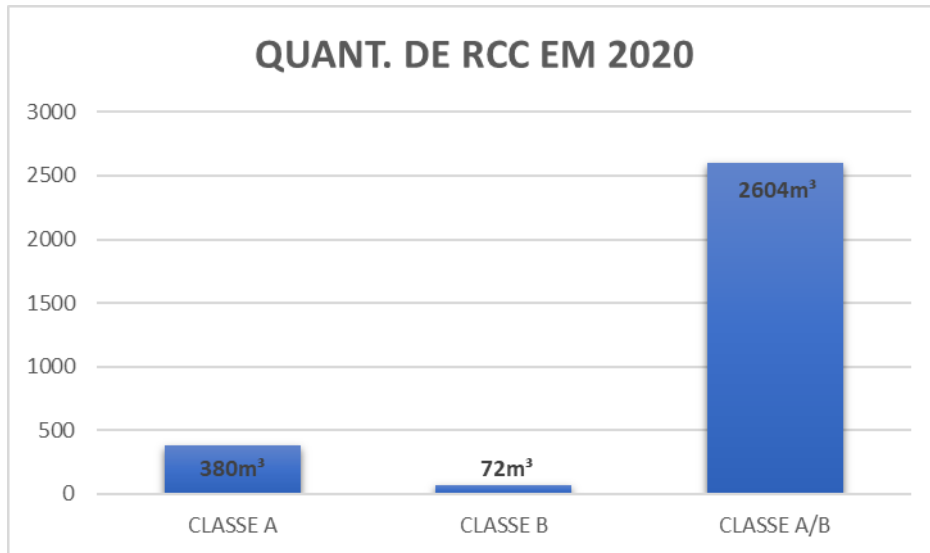


Gráfico 1: Quantidade de RCC no Ano de 2020

Fonte: Autor

Ao realizar a análise do gráfico acima, os gestores da empresa verificaram que 2.604m³ de todos os resíduos transportados e descartados no ano de 2020 pertenciam a classe A/B, ou seja, os geradores de resíduos não faziam a devida separação dos materiais obedecendo suas classes fazendo com que levassem em consideração apenas o valor final a ser pago, o que correspondente apenas ao número exato de caçambas necessárias ao descarte dos resíduos gerados. Observa-se também que os materiais da Classe B que possivelmente gerariam um valor de revenda representavam apenas 2% do resíduo total porém sem a destinação correta sendo agregado junto aos demais resíduos.



Figura 2: Caçamba para Transporte e Descarte de RCC.

Fonte: Prefeitura de São Paulo (2021)

Uma caçamba de armazenagem de resíduos de construção civil possui a capacidade de aproximadamente 4m³ e a mesma pode permanecer no local indicado pelo contratante por até três dias pelo valor correspondente a R\$ 320,00.

Utilizando estes breves dados levantados, construiu-se a tabela a seguir:

Tabela 2: Levantamento do Aluguel de Caçambas de no Ano de 2020.

Aluguel de uma caçamba	Qt. de RCC por Caçamba	Qt. de RCC em 2020	Total de Caçambas	Valor Total
R\$320,00	4 m ³	3.056 m ³	764	R\$244.480,00

Fonte: Autor

Levando em consideração as observações e informações de que os geradores não faziam a separação de entulho, argamassas, cerâmicos, plásticos, papéis e metais, foi sugerido por este estudo que à empresa, com a finalidade de aumentar sua lucratividade e continuar transportando e descartando o RCC de maneira adequada, implanta-se na sua sede, dentro do próprio estacionamento da empresa durante o mês de maio de 2021, um sistema de separação de resíduo em parceria com uma empresa de sucata que omitiremos o nome aqui por uma questão de sigilo.

Com a parceria com a empresa terceira de sucata, também eliminou-se a necessidade de adição de mão-de-obra adicional, o que impactaria a análise econômica e dificultaria a implantação da ideia junto a empresa pesquisada.

Esse projeto teve como foco inicial e principal os metais já que possuem um maior valor de recompra com retorno financeiro e conseqüentemente alavancaria os ganhos da empresa, que em decorrência da pandemia do vírus Sars-Cov-2 causador da doença COVID-19 tiveram suas atividades interrompidas por alguns meses. Em face disso, observaram-se os seguintes resultados durante o período analisado:

Tabela 3: Quantidade de RCC no mês de maio de 2021.

Aluguel de uma caçamba	Qt. de RCC por Caçamba	Qt. de RCC em Maio 2021	Total de Caçambas	Valor Total
R\$320,00	4 m ³	284 m ³	71	R\$22.720,00

Fonte: Autor

Após análise dos resíduos descartados durante o mês de Maio 2021, conseguiu-se efetuar uma melhor separação dos materiais pela empresa de sucata parceira baseados em sua classificação como pode ser verificado no gráfico 2 abaixo. Somente com esta ação, notou-se que, apesar do percentual de materiais da classe B se mantivesse praticamente na mesma proporção, agora poderia ser comercializado e revendido. Outro ponto notado é o aumento do volume de materiais de Classe A segregados e que agora terão seus resíduos destinados de uma forma mais adequada.

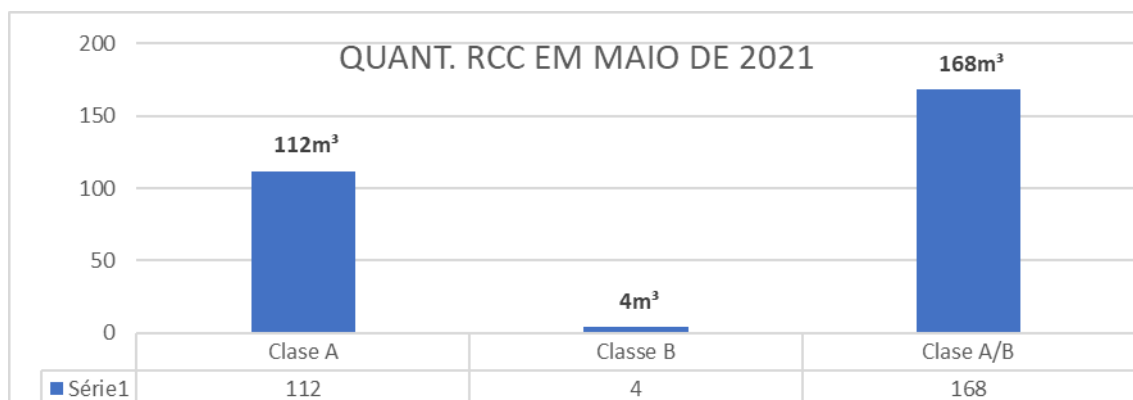


Gráfico 2: Quantidade de RCC por classe – Maio 2021

Fonte: Autor

Ainda, com a ajuda do parceiro de recompra de sucata, conseguiu-se tabular os valores unitários de quilograma sendo classificados por tipo de metal, conforme pode ser verificado pela tabela 4 a seguir. Com esta relação, fica categorizado que não somente é necessário a separação dos resíduos por sua classificação mas também por tipo de metal necessário para revenda e reuso.

Tabela 4: Valores dos metais.

Material	Acima de 1.000 Kg	Entre 101 Kg e 1.000 Kg	Entre 51 Kg e 100 Kg	Abaixo de 50 kg
Sucata de ferro misto	0,75/kg	0,77/kg	0,80/kg	1,00/kg
Sucata de ferro miúda	0,80/kg	0,82/kg	0,85/kg	1,05/kg
Sucata de cobre misto	20,00/kg	21,00/kg	22,00/kg	25,00/kg
Perfil de alumínio	5,00/kg	6,00/kg	6,50/kg	7,00/kg
Alumínio em chapa	3,70/kg	3,80/kg	3,90/kg	4,00/kg
Inox	3,50/kg	3,60/kg	3,70/kg	3,80/kg
Metal	12,00/kg	13,00/kg	13,20/kg	13,50/kg

Fonte: Depósito Marmeleiro (2021)

Baseando-se que cada caçamba de 4m³ de volume pode possuir a capacidade aproximada de armazenagem para coleta de até 5.000 kgs, a empresa pratica, até por uma questão de segurança durante o transporte e manuseio, a limitação em 3.200 kgs como sendo a capacidade útil de cada caçamba. Transformando a cubicagem dos 4m³ em peso por metal

após o levantamento dos tipos de metais, chegou-se ao seguinte detalhamento abaixo conforme Tabela 5:

Tabela 5: Receita do RCC (Metais) no Mês de Maio de 2021.

Material	Quantidade	Valor	Total
Sucata de ferro misto	2.556 kg	0,75/kg	R\$ 1.917,00
Sucata de ferro miúda	587 kg	0,82/kg	R\$ 481,34
Sucata de cobre misto	3 kg	25,00/kg	R\$ 75,00
Perfil de alumínio	44 kg	7,00/kg	R\$ 308,00
Metal	4 kg	13,50/kg	R\$ 54,00
Total	3.194 kg		R\$ 2.835,34

Fonte: Autor

Os dados apresentados confirmam que a empresa obteve receita adicional com a implantação da triagem, armazenamento e descarte correto de resíduos, sem gastos adicionais já que o parceiro comprador de sucata arcou com a mão-de-obra adicional e disponibilizou à empresa estudada uma balança na modalidade de comodato para a pesagem dos resíduos de construção civil.

4.2. Avaliação Ambiental

Com base no novo relatório da empresa de acompanhamento dos números do estudo referente ao mês de maio de 2021, foi possível verificar que após a implementação das ações ocorreu a retirada de circulação de 3.194 kgs de metais, destinados a reciclagem e reutilização.

Notou-se também que 284m³ de resíduos pertencentes as classes A e B foram descartados em locais correspondentes as suas classes. Além disso, durante o período observado, com a implantação da triagem verificou-se a diminuição da utilização de uma caçamba das 71 disponíveis durante o mês, ou 4m³ à menos de descarte.

Além das vantagens quantitativas e ambientais mencionadas nesse trabalho foi observado que o número de viagens dos caminhões para as usinas também diminuiu e consequentemente menos combustível foi usado e menos gás carbônico foi emitido. Esses dados não foram contabilizados nesse relatório.

5. CONCLUSÃO

Os resíduos da construção Civil (RCC), apesar de serem recicláveis e reutilizáveis demandam um custo para o seu descarte adequado, fazendo com que grande parte desses resíduos tenham destinação inadequada, resultando na degradação ambiental.

O descarte do RCC pode ser facilmente transformado em uma fonte de renda lucrativa, demandando pouca mão-de-obra (ou no caso deste estudo para a empresa pesquisada, nenhuma) e oferecendo um futuro promissor desde que realizado dentro dos critérios e normas estabelecidas pelos órgãos regulamentadores.

Com as atividades desenvolvidas pela empresa nos seus 5 anos de atuação no setor, contribui-se para a redução da poluição de lugares usados irregularmente como aterros sanitários com a redução de resíduos da construção civil viabilizando também a reciclagem e a reutilização com a implantação do setor de triagem.

Como trabalhos futuros sugeridos, pode-se estender a análise para a redução de CO₂ na atmosfera com a eliminação de 12 fretes por ano conforme visto nos resultados finais além da redução de custo com a aquisição de óleo Diesel para os caminhões.

6. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, J., RIBEIRO, A., SANTOS, A., FARIA, P.; Overview of mining residues incorporation in construction materials and barriers for full-scale application; 2020.

AMLURB - Autoridade Municipal de Limpeza Urbana. <http://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/regionais/amlurb/amlurb/index.php?p=185377>. Acessado em 20/06/2021.

BESSA, S., MELLO, T., LOURENÇO, K.; Análise quantitativa e qualitativa dos resíduos de construção e demolição gerados em Belo Horizonte. urbe. Revista Brasileira de Gestão Urbana, vol. 11; 2019.

DEPÓSITO MARMELEIRO. Disponível em <<https://www.depositomarmeleiro.com.br/>>. Acesso em Julho 2021.

DOWLATSHAHI, S.; Developing a theory of reverse logistics. Interfaces. Vol. 30 (3); 2000, p.p. 143-155, 2000.

EISENHARDT, K.; Building theories from case study research. Academy of management review, Vol. 14; 1989, p.p. 532-550.

LEITE, P.; Logística Reversa: Nova Área da Logística Empresarial. Revista Tecnológica, 1ª parte; 2002, p.p. 1-4.

LOMBARDI, P., GIORDANO, S., FAROUH, H., YOUSEF, W.; Modelling the smart city performance. Innovation: The European Journal of Social Science Research. Vol. 25 (2), 2012; pp. 137-149.

NYONG, A., ADESINA, F., OSMAN ELASHA, B.; The value of indigenous knowledge in climate change mitigation and adaptation strategies in the African Sahel. Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change. Vol. 12 (5), 2007; pp. 787-797.

PREFEITURA DE SÃO PAULO. Disponível em <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/Secretarias/upload/grande%20gerador%20AMLURB_rev1.pdf>. Acesso em Julho 2021.

PRINCE, M.; Disabling cities and repositioning social work (Capítulo de Livro). Social Work and the City: Urban Themes in 21st-Century Social Work. 2016; pp. 173-192

RADHI, H., FIKRY, F., SHARPLES, S.; Impacts of urbanisation on the thermal behaviour of new built up environments: A scoping study of the urban heat island in Bahrain. Landscape and Urban Planning. Vol. 113, 2013; pp. 47-61.

RESOLUÇÃO CONAMA Nº 307, de 05 de julho de 2002 – Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil.

RESOLUÇÃO Nº 058/AMLURB/2015 – Regulamenta o cadastro dos operadores do Sistema de Limpeza Urbana do Município e o Controle de Transporte de Resíduos – CTR Eletrônico.



SOJOBI, A.; Evaluation of the performance of eco-friendly lightweight interlocking concrete paving units incorporating sawdust wastes and laterite, *Cogent Eng.* 3, vol. 1; 2016.

SMOL, M., KULCZYCKA, J., HENCLIK, A., GORAZDA, K., WZOREK, Z.; The possible use of sewage sludge ash (SSA) in the construction industry as a way towards a circular economy. *Journal of Cleaner Production.* Vol. 95, 2015; pp. 45-54.

STEPHAN, A., ATHANASSIADIS, A.; Towards a more circular construction sector: estimating and spatialising current and future non-structural material replacement flows to maintain urban building stocks, *Resour. Conserv. Recycl.* Vol. 129, 2018; p.p. 248–262.

TURK, J., COTIC, Z., MLADENOVIC, A., SAJNA, A.; Environmental evaluation of green concretes versus conventional concrete by means of LCA, *Waste Manage.* Vol. 45, 2015; p.p. 194–205.

YIN, R. Case study research: Design and methods. ISBN 076192552X, 9780761925521. London: Sage, 2003.

WANG, Y., BERARDI, U., AKBARI, H.; The Urban Heat Island Effect in the City of Toronto. *Procedia Engineering,* Vol. 118, 2015; p.p. 137-144.