ANAIS
IV EURO ELECS
2021

ARTIGO

MAPEAMENTO DO *STATUS QUO* DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO CIVIL DENTRO DE UM AMBIENTE COLABORATIVO DE *LIVING LAB*

CASTRO, Sarah
(sarahbueno@discente.ufg.br)
Universidade Federal de Goiás (UFG), Brasil

CASTRO, Daniela
(eng.danielacastro@gmail.com)
Universidade Federal de Goiás (UFG), Brasil

CARASEK, Helena
(hcarasek@ufg.br)
Universidade Federal de Goiás (UFG), Brasil

CASCUDO, Oswaldo
(ocascudo@ufg.br)
Universidade Federal de Goiás (UFG), Brasil

PALAVRAS-CHAVE:

Resíduos de construção civil, gestão de resíduos, living lab, quádrupla hélice, sustentabilidade.

RESUMO

O *Living Lab C* é um projeto proposto pela Universidade Federal de Goiás (UFG), com foco em inovação e sustentabilidade na construção civil, que se configura como um ambiente de inovação aberta, colaborativo, fundamentado em uma abordagem sistemática e multidisciplinar de cocriação por meio de interações em modelo quádrupla hélice. No contexto desse *Living Lab* – LL, a pesquisa tem como objetivo conhecer o status quo quanto aos resíduos de construção civil – RCC, no Estado de Goiás. Utilizando-se da metodologia *Design Thinking*, em reunião de cocriação com *stakeholders* da cadeia produtiva, estabeleceu-se o mapeamento dos gargalos ligados à gestão e ao reaproveitamento de RCC. Os resultados da pesquisa permitiram compreender a atual cadeia de geração, manejo, destinação e reaproveitamento desses resíduos, fator que subsidiará a promoção de soluções criativas e inovadoras, que contribuirão efetivamente para a sustentabilidade no setor da construção civil no Estado.

1. INTRODUÇÃO

A indústria da construção é uma das atividades econômicas que mais consome recursos naturais; comparando com outros segmentos industriais, é responsável pela maior parcela de resíduos sólidos gerados no país, representando cerca de 60% (ABRELPE, 2019). Nesse ponto, a quantidade de resíduos gerados no setor está causando pressões no espaço limitado de aterros urbanos e implicando em impactos de ordem ambiental, econômica e social para todos os envolvidos na cadeia produtiva (RODRÍGUEZ *et al.*, 2015).

A necessidade crescente de sustentabilidade na indústria da construção tem impulsionado novas posturas para a implementação de uma cultura contínua de pesquisas e desenvolvimento de inovações, considerando a economia circular um modelo de produção e consumo que visa melhorar a qualidade dos processos, produtos e serviços no setor (CHEN *et al.*, 2019; ROSADO *et al.*, 2017).

Os debates sobre estratégias para conciliar as atividades produtivas com as necessidades sociais e ambientais assumiram, no campo científico e político, proporções globais. Nos últimos anos, o interesse em mensurar a quantidade de resíduos no setor da construção civil, inserido no contexto da redução de desperdícios, tem sido estimulado por organizações, profissionais, usuários e autoridades, com a finalidade de promover a sustentabilidade em diversos segmentos nos centros urbanos e estimular a "pegada" ambiental no ambiente construído (LÓPEZ *et al.*, 2019).

Atualmente, nota-se um grande potencial para a redução de RCC's nos canteiros de obras, visto que com as práticas de design sustentável, novos modelos de gestão e a consciência sobre a racionalização dos sistemas produtivos em diversas etapas da edificação, pode-se obter resultados expressivos quanto à redução do impacto das atividades construtivas no meio ambiente (SOUZA, 2014).

Nesse ponto, os *Living Labs* - LL's (em português, laboratórios vivos) surgem como um ambiente colaborativo, de cocriação e de inovação aberta que, segundo Silva (2015), atuam na mobilização dos representantes da cadeia produtiva para discussões sobre problemas pré-existentes por meio de um ecossistema em quádrupla hélice (como ilustrado na Figura 1), que busca por soluções, serviços ou modelos de negócio que sejam replicáveis, visando à inovação social.

De acordo com a rede internacional ENoLL – *European Network of Living Labs* (2021), criada em 2006, os *livings labs* são organizações orientadas para a prática, as quais facilitam e promovem a inovação aberta e colaborativa. Esses ambientes, que podem ser físicos ou virtuais, operam como intermediários entre os cidadãos, as organizações de pesquisa, as empresas, as cidades e regiões, para a cocriação de valor conjunto, prototipagem rápida ou validação de soluções que visão expandir a inovação e os negócios.



Figura 1. Ecossistema quádrupla hélice dos Living Labs. Figura adaptada pelos autores (STEEN, K.; VAN BUEREN, E., 2017).

Considerando esse modelo de articulação, o primeiro laboratório vivo no Centro-Oeste com foco em inovação e sustentabilidade na construção civil, o *Living Lab C*, reuniu *stakeholders* ligados à cadeia produtiva da construção, a universidades, a entidades e ao poder público em nível federal, estadual e municipal, com o objetivo de promover o compartilhamento de vivências e de conhecimento, estimulando os(as) participantes a debaterem quanto aos gargalos atuais na geração, gestão, reaproveitamento e disposição final dos resíduos de construção civil (RCC).

2. METODOLOGIA

Com promoção da Universidade Federal de Goiás (UFG) e realização pela Comunidade da Construção (Polo Goiano) – programa constituído pela cooperação técnica entre a ABCP, o Sinduscon-GO e a UFG –, foi realizada uma reunião de trabalho *on-line*, da qual participaram profissionais de 30 empresas da cadeia produtiva da construção civil, sendo construtoras e incorporadoras, fornecedores de

materiais, laboratórios, escritórios de projetos, consultorias ambientais e gerenciadoras de RCC. Também estiveram presentes representantes das entidades Associação Brasileira de Cimento Portland (ABCP), Sindicato da Indústria da Construção Civil no Estado de Goiás (Sinduscon-GO), Conselho Regional de Engenharia e Agronomia de Goiás (CREA-GO), Conselho de Arquitetura e Urbanismo de Goiás (CAU/GO), SEBRAE-GO, SENAI-GO, Centro de Tecnologia da Informação Renato Archer (CTI-MCTI), bem como do poder público, a saber: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações (MCTI); Secretaria de Estado de Desenvolvimento e Inovação (SEDI); Secretaria Municipal de Inovação, Ciência e Tecnologia (SICTEC); Secretaria Municipal de Desenvolvimento e Economia Criativa (SEDEC); Agência Municipal do Meio Ambiente de Goiânia (AMMA); Companhia de Urbanização de Goiânia (COMURG); Agência de Regulação de Goiânia; e Secretarias de Aparecida de Goiânia (de Desenvolvimento Urbano e de Meio Ambiente e Sustentabilidade).

Os resultados da presente pesquisa são frutos dessa reunião técnica que propiciou a interação de 70 especialistas, os quais debateram e delinearam os principais gargalos no que diz respeito à geração, gestão e reaproveitamento de resíduos sólidos advindos de atividades construtivas.

A dinâmica de cocriação foi estruturada na metodologia *Design Thinking*, onde, partindo da pergunta "Por quê?", buscou-se explorar todos os estágios da problemática ao promover ciclos de discussão efetivos.

De forma dinâmica e colaborativa, o encontro foi dividido em 4 etapas, sendo 3 rodadas de discussão e um momento para alinhamento final e considerações gerais, conforme ilustrado na Figura 2. Em cada rodada, foram definidos subtemas e o tempo de interação; os participantes foram separados aleatoriamente em pequenos subgrupos de 5 a 7 integrantes para que pudessem interagir, compartilhar e listar seus conhecimentos e experiências quanto ao tópico em questão.

Nas fases 1, 2 e 3 os especialistas foram convidados a pensar nos resíduos de construção civil antes da obra, durante a construção das edificações e no pós-obra, respectivamente. A cada ciclo, todos eram novamente reunidos em uma única sala virtual para que os representantes dos subgrupos pudessem apresentar os apontamentos feitos, estimulando ponderações por parte de diferentes elos do ecossistema criado.



Figura 2. Metodologia da reunião de cocriação realizada pelo *Living Lab C.*

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nesta condição de intensa discussão sobre os resíduos sólidos no setor, Ribeiro (2017) aponta que os resíduos são gerados principalmente em três etapas do processo construtivo: fase preliminar de planejamento de projeto; execução da obra; seguido da etapa final, quando há serviços de reformas, manutenções e/ou demolições.

Nesse sentido, a metodologia proposta para a reunião de cocriação do *Living Lab C* estimulou os *stakeholders* convidados a compartilharem seus conhecimentos técnicos e suas experiências práticas, contribuindo para o levantamento e a priorização de problemas relevantes relacionados à geração, gestão e reaproveitamento de resíduos de construção civil, como detalhado na Tabela 1.

Etapas da dinâmica	Problemas elencados
Rodada 1 - Antes da obra	• Planejamento estratégico ineficiente: falhas na etapa de estudo e concepção do produto (foco somente em prazos e custos; análise ambiental pouco detalhada, sem considerar os custos da geração à disposição final de RCC; não visa sistemas/processos construtivos com foco na redução de RCC); • Pouco conhecimento do PGRCC - Plano de Gerenciamento de Resíduos Sólidos da Construção Civil; • Deficiências na concepção e compatibilização de projetos; • Dificuldades com as licenças dos fornecedores de serviço, tanto de demolição quanto de transporte dos resíduos; • Deficiência na formação acadêmica de engenharia civil e arquitetura (viés ambiental insuficiente); • Dificuldade na escolha de materiais de menor impacto ambiental e na contratação de fornecedores que atendam às exigências técnicas, ambientais, licenças, e que tenham política de logística reversa; • Ausência de instrumentos por parte do poder público que cobrem, desde o projeto básico, análise ambiental detalhada; • Alta tributação para sistemas/processos mais industrializados.
Rodada 2 - Durante a obra	• Ineficiência na logística (*layout* de canteiro inadequado, estoque, armazenamento e transporte de materiais); • Deficiência na gestão e no planejamento durante a obra; • Falta de controle de qualidade dos materiais, da mão de obra e da construção (ex.: desperdícios durante a execução); • Falta de informação/capacitação profissional das equipes de trabalho quanto à importância da gestão de RCC na obra; • Ausência ou deficiência no plano de gerenciamento de resíduo formal na obra; • Falha/ausência do manejo adequado (contaminação de RCC); • Custo elevado para triagem do material na obra e para transporte até aos locais de reciclagem; • Dificuldade em encontrar empresas qualificadas para remoção, destinação final, e de reciclagem de RCC; • Quanto à gestão pública: poucas áreas para disposição e transbordo; ineficiência na fiscalização e pouco incentivo à economia circular.

Continua...

...continuação

Etapas da dinâmica	Problemas elencados
Rodada 3 **-** Pós-obra	• Custo elevado para destinação final de resíduos; • Descarte clandestino; • Ausência/falha no monitoramento do pós-obra por meio de indicadores e retroalimentação de novos projetos com a análise crítica desses dados; • Métodos construtivos que dificultam a manutenção não-destrutiva e a reutilização de materiais pós-demolição; • Falta de coordenação e fiscalização, pelo poder público, quanto ao cumprimento do plano de gerenciamento de resíduos; • Falta de conhecimento/falha na gestão (segregação e destinação) de RCC gerados em reformas e em readequações de imóveis particulares – individuais e em condomínios; • Falta de estrutura dos condomínios e dificuldade para segregação dos materiais de pós-obra (volume menor); • No processo de alvará de conclusão de obras (habite-se), falta exigência de documentos de comprovação de RCC gerados durante a obra; • Falta de incentivos para abertura de novas empresas de reciclagem e tecnologias voltadas ao reaproveitamento de resíduos.

Tabela 1. Pontos levantados pelos *stakeholders* durante a reunião técnica de cocriação.

Na Rodada 1 de discussão, os problemas elencados na fase preliminar de obra envolveram, principalmente, aspectos ligados à gestão e ao planejamento dos empreendimentos; aos projetos; aos fornecedores e materiais; à educação e conscientização ambiental; e à gestão pública.

Durante as argumentações foi destacado que os problemas se iniciam na etapa de estudo e concepção. Com prazos cada vez mais encurtados, dificilmente os gestores e projetistas conseguem equacionar os aspectos ambientais, econômicos e de qualidade. Desse modo, nem sempre é feita uma análise ambiental detalhada; os projetos são desenvolvidos sem considerar soluções que visam à redução na geração de resíduos e à economia de materiais na obra. As decisões técnicas, a definição de sistemas e processos construtivos, a seleção de fornecedores e de materiais são pautadas muitas vezes pelo custo, ficando em segundo plano outros aspectos importantes para o desenvolvimento de construções mais sustentáveis.

Gargalos como a ineficiência no planejamento estratégico; deficiências na concepção e compatibilização de projetos; má comunicação entres projetistas e as equipes de planejamento e de gestão de obra; falhas no cronograma físico-financeiro; equívocos ao escolher e quantificar os materiais, não considerando os ciclos de vida; são pontos críticos que refletem diretamente na geração de resíduos em etapas subsequentes. Além disso, a escolha de fornecedores com políticas de logística reversa que possibilitem a reciclagem ou a reutilização, bem como a seleção de insumos que sejam compatíveis com os sistemas produtivos e com bons desempenhos técnicos, são fundamentais para a produção mais limpa no setor. Todas essas questões estão diretamente ligadas à deficiência nos estudos de concepção e planejamento, o que confirma a importância do delineamento do escopo e dos objetivos do projeto (SOUZA *et al.*, 2014).

Para Silva (2014), um adequado planejamento possibilita a elaboração de estratégias que minimizem o desperdício de materiais ainda em fase preliminar de projeto, todavia, as abordagens sustentáveis no setor, para exploração de todo o potencial produtivo visando a não geração de resíduos, ainda são desafios para o país. Na percepção de Jani e Kaveri (2011), a implementação da produção mais limpa necessita de fatores determinantes, como políticas governamentais, consciência ecológica, aceitação social e condições de mercado para que o desenvolvimento sustentável no setor tenha resultados expressivos.

Outro fator considerado diz respeito à própria formação acadêmica dos profissionais de engenharia e arquitetura, sendo evidenciado que a temática de resíduos não é trabalhada de forma direta; as grades curriculares e os respectivos conteúdos programáticos carecem de complementações quanto às políticas de conservação ambiental.

Silva (2021) e Oliveira *et al.* (2020) salientam que, para que qualquer sistema de gestão ambiental obtenha sucesso, é preciso que seja desenvolvida a consciência ambiental dos profissionais envolvidos, todavia, essa sensibilização é ainda mais eficiente quando feita durante a formação do profissional, fase em que é desenvolvido o pensamento crítico, inovador e possibilita contribuições com maior assertividade para essas questões.

Na Rodada 2, no âmbito da etapa de produção, as oportunidades de melhorias foram voltadas à necessidade de implantação de ações de educação ambiental e maiores esforços tecnológicos nas atividades produtivas. Foi evidenciado que um eficiente gerenciamento de resíduos nos canteiros de obras pode ser otimizado com a capacitação contínua das equipes de trabalho, promovendo adequada identificação e separação dos resíduos que, por sua vez, impactam diretamente nos custos de destinação e possibilitam o reaproveitamento e a reciclagem, tendo em vista que a contaminação entre os diferentes materiais é mitigada no processo.

Outro argumento diz respeito à dificuldade enfrentada pelas construtoras para encontrar empresas licenciadas e aptas para gerirem os resíduos de construção. Nessa linha, a falta de comunicação entre as partes interessadas dificulta a abertura e o avanço das cooperativas de reciclagem, bem como de toda a cadeia de logística reversa. Na percepção de Giovanninilsak e Kruglianskas (2008) e Chen *et al.* (2019), para que a prática da reciclagem seja estruturada no país, é preciso a coordenação entre os agentes econômicos e sociais, a fim de que haja uma harmonia entre toda a cadeia produtiva, visto que os resíduos controlados pelas cooperativas possibilitam novas aplicações no campo da engenharia, considerando o cenário da economia circular.

Por outro lado, do ponto de vista dos sistemas e processos construtivos, há significativa quantidade de resíduos gerados devido às falhas no planejamento e no controle de execução das obras; à baixa qualificação da mão de obra de produção; às falhas no acondicionamento e no uso dos materiais; à logística de canteiro ineficiente, que impacta em perdas durante o transporte dos materiais; e até mesmo devido às alterações de projeto, detalhamentos insuficientes e especificações incompletas ou incoerentes.

A Rodada 3 teve como principal foco a discussão sobre os desafios ligados às etapas de pós-obra ou uso-manutenção. Nesse ciclo de discussão, os problemas foram associados quanto ao alto custo para a destinação final de resíduos; descarte clandestino em locais de bota-fora irregulares e sem condições de controle e manejo dos resíduos; e a falta de fiscalização, pelo poder público, quanto ao cumprimento do plano de gerenciamento de resíduos.

Segundo Rocha e Cheriaf (2003), os custos elevados para a destinação, por sua vez, estão associados à ineficiência da gestão de RCC. Os procedimentos de transporte, segregação e armazenamento dos resíduos influenciam diretamente na reciclabilidade, tendo em vista que os resíduos de classes diferentes tendem a ser misturados nessas etapas, ocasionando contaminações e custo elevado (GHISELLINI, CIALANI e ULGIATI, 2016).

Portanto, esse processo, no que lhe concerne, viabiliza a reciclagem e agrega valor aos resíduos para aplicação em diversos segmentos da engenharia. Além disso, o interesse pela tecnologia de reciclagem e a responsabilidade pela geração de resíduos deve estar vinculada a todos os representantes da cadeia produtiva (LÓPEZ *et al.*, 2019; CHEN *et al.*, 2018).

Os *stakeholders* também argumentaram que há ausência de ações do poder público no acompanhamento e fiscalização dos geradores de resíduos. Neste ponto, Silvero *et al.* (2019) destaca que a ação ineficiente dos órgãos governamentais dificulta todo o controle e mensuração da geração de resíduos no setor.

Segundo os especialistas participantes da reunião, em países da Europa, os mecanismos de fiscalização dos geradores, da gestão ambiental e da qualidade dos projetos estão atrelados à aprovação dos projetos nos órgãos de regulação, prática que viabiliza todo o controle do sistema de gestão ambiental. No Brasil, alguns Estados têm implementado a obrigatoriedade da comprovação do Plano de Gerenciamento de Resíduos ao longo das etapas construtivas. Todavia, quanto aos protocolos para emissão do auto de conclusão de obras, o Estado de Goiás ainda traz falhas na disponibilização de informações e das exigências por parte das prefeituras quanto à apresentação do PGRCC, o que dificulta a coordenação e a fiscalização da gestão de resíduos.

A falta de controle de dados e da implantação de sistemas de indicadores que visem à avaliação da qualidade, da produtividade e do quantitativo de resíduos gerados nas construções, também foi debatida. Os indicadores são ferramentas essenciais para o estabelecimento de metas e identificação de pontos fortes e fracos para conscientizar a gerência quanto às melhorias no processo de aquisição e consumo de materiais nos canteiros de obra, que por sua vez, refletem nos processos de gerenciamento dos resíduos (PALIARI, 1999).

Outro ponto destacado se refere às questões pertinentes às reformas, manutenções e alterações de projetos, as quais também contabilizam parcela significativa na geração de resíduos. Os especialistas citaram práticas comuns, durante e após o término das obras, em que clientes repensam o *design* dos imóveis e solicitam alterações no projeto, ocasionando a demolição de alvenarias, substituição de pisos já assentados, "rasgos" em lajes para novas instalações e demais alterações de *la-*

yout dos ambientes. Martins e Dornelas (2017) afirmam que a indicação de prazos e limites para as alterações em projetos, além da compatibilização de processos e métodos de construção mais flexíveis a modificações, são alternativas para a redução de resíduos ocasionados devido a esse tipo de demanda.

A última etapa da atividade colaborativa e de cocriação baseou-se nos alinhamentos e considerações gerais dos especialistas sobre os pontos levantados. Nesse aspecto, fica claro que a geração de resíduos está presente em todo do processo construtivo, desde a concepção ao pós-obra, podendo ser abordada em diferentes aspectos, principalmente com relação aos recursos e etapas envolvidas, e estão diretamente associadas à qualidade da gestão e ao planejamento e execução dos projetos (RIBEIRO, 2017; SILVERO *et al.*, 2019).

Uma das formas de representação deste processo é apresentada por Andrade (1999), Figura 3, no qual todas as etapas do sistema produtivo constituem como instrumento que viabiliza o controle da geração de RCC's.

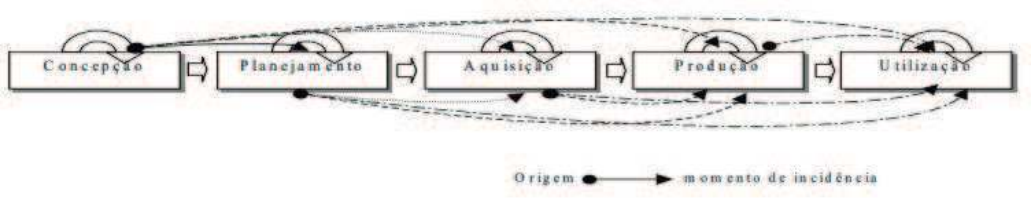

Figura 3. Geração de resíduos segundo suas origens (ANDRADE, 1999).

No que tange ao reaproveitamento de resíduos, os especialistas discutiram que as universidades e centros de pesquisa, por sua vez, exercem um importante papel ao desenvolverem tecnologias para o completo reaproveitamento e uso desses produtos como matéria-prima secundária, no âmbito da economia circular.

A implementação de sistemas mais inteligentes na construção civil – considerando o ecodesign com o objetivo de projetar ambientes construídos em conformidade com os princípios da sustentabilidade –, é um importante ponto de partida para a promoção de soluções aplicáveis e que visem à resolução das questões pontuadas, como citado pelos especialistas na reunião. Para isso, o incentivo à abertura de novas empresas que se proponham a trabalhar com tecnologias de reaproveitamento de resíduos de construção, ou em nichos semelhantes, é fundamental para o crescimento desse setor.

Do ponto de vista do status quo de resíduos da construção civil, a iniciativa do *Living Lab C* foi exitosa sob dois aspectos: primeiro, por possibilitar um olhar coletivo e detalhado sobre as diversas nuances do problema apresentado; segundo, por favorecer à criação de um ambiente com ampla representatividade de *stakeholders*, de diversos setores, promovendo um canal de comunicação aberto para o debate mais aprofundado desse passivo ambiental; estimulando a discussão quanto às responsabilidades (individuais e compartilhadas) de cada hélice desse ecossistema; e incentivando iniciativas, por meio de futuras articulações e parcerias, que efetivamente promovam as mudanças necessárias que a sociedade e o meio ambiente precisam.

4. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A indústria da construção, considerando as suas particularidades no processo produtivo e o elevado consumo de recursos, constitui-se com atividades de grande geração de resíduos quando comparada a outros segmentos industriais.

A metodologia *Design Thinking* se mostrou como uma ferramenta eficiente ao estimular o pensamento crítico e criativo dos participantes, orientando, de forma sistemática e interdisciplinar, o apontamento dos gargalos relacionados ao gerenciamento de RCC's. Essa ação (e os resultados alcançados até o momento), sem dúvida, movimenta e incentiva à retomada de discussões acerca do tema, também fomenta o surgimento de novas iniciativas a partir dessa primeira articulação. Tendo em vista que, as diretrizes técnicas pertinentes à gestão de resíduos são recentes e a implantação ainda é parcial no setor, o eficiente gerenciamento de resíduos é um problema que desafia a todos da cadeia produtiva.

Nesse ponto, a ação promovida pelo *Living Lab C* atuou como um importante meio de intermediação entre os *stakeholders* para a compreensão sobre as corresponsabilidades na cadeia de resíduos, considerando, sob uma perspectiva integrada, as oportunidades de processamento, reaproveitamento e técnicas para disposição final dos RCC's. Além disso, o projeto visa preencher alguns desses *gaps*, seja pela promoção, desenvolvimento ou coordenação de soluções criativas e inovadoras, que possam contribuir de forma efetiva para a produção mais limpa na construção civil no Estado de Goiás, sendo referência para outras regiões do País.

Para tanto, novos encontros serão promovidos e alguns temas já estão em pauta (no que tange à redução, à responsabilização dos resíduos gerados e à fiscalização), sempre considerando o papel de cada representante desse ecossistema em quádrupla hélice para a adequada conciliação entre todos da cadeia produtiva, na busca pelo crescimento sustentável no setor.

Para os fins deste estudo foi feito o convite às partes interessadas para participação em reuniões subsequentes do projeto.

5. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRELPE. Panorama dos Resíduos Sólidos no Brasil (2019). Disponível em <http://www.abrelpe.org.br/Panorama/,2019>.

Andrade, A. C (1999). Método para quantificação das perdas de materiais em obras de construção de edifícios: superestrutura e alvenaria. Dissertação (Mestrado em Engenharia Civil). Universidade de São Paulo, Escola Politécnica. São Paulo, Brasil.

Angulo, S. C (2005). Caracterização de agregados de resíduos de construção e demolição reciclados e a influência de suas características no comportamento de concretos. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia e Construção Civil. São Paulo, Brasil.

Chen, W.; Ruoyo, J.; Yidong, X.; Dariusz, W.; Bo, L.; Libo, Y.; Zhihong, P.; Yang, Y (2019). *Adopting Recycled Aggregates As Sustainable Construction Materials: A Review Of The Scientific Literature. Construction And Building Materials*, V. 218, p. 483-496.

ENoLL. *European Network of Living Labs* (2021). Disponível em <https://enoll.org/>.

Ghisellini, P.; Cialani, C.; Ulgiati, S (2016). *A review on circular economy: the expected transition to a balanced interplay of environmental and economic systems. Journal of Cleaner production,* V. 114, p. 11-32.

Janani, R.; Kaveri, V (2011). *A Critical Literature Review On Reuse And Recycling Of Construction Waste In Construction Industry. Materials Today: Proceedings*, V. 37, p. 3077-3081.

López, C. D.; Carpio, M.; Morales, M. M.; Zamorano, M (2019). *A comparative analysis of sustainable building assessment methods. Sustainable Cities and Society*, V. 49.

Martins, A. C.; Dornelas, M. A (2017). Práticas que auxiliam na redução da geração de resíduos da construção civil: estudo de caso em construtora no interior de Minas Gerais. XIX Engema

Oliveira, A. F.; Silva, L. F. R.; Rosa, B. B. B (2020). A importância da gestão ambiental para a engenharia civil. Educação Ambiental (Brasil), V. 1, n. 3.

Ribeiro, B. Z (2017). Construção de uma cadeia sustentável para destinação de resíduos da construção civil (RCC) pelo método do design thinking. Dissertação (Mestrado em Sociedade, Cultura e Meio Ambiente). Universidade Federal do Tocantins, Pós-Graduação em Ciências do Ambiente, Palmas, Brasil.

Rocha, J. C.; Cheriaf, M (2003). Aproveitamento de resíduos na construção. Coleção Habitare: Utilização de Resíduos na Construção Habitacional. Ambiente Construído, V. 4.

Rodríguez, G.; Medicina, C.; Alegre, F. J.; Asensio, E.; Sánchez de Rojas, M. I (2015). *Assessment of construction and demolition waste plant management in Spain: in pursuit of sustainability and eco-efficiency. Journal of Cleaner Production,* V. 90, pp. 16-24.

Rosado, L.P.; Vitale, P.; Penteado, C.S.G.; Arena, U (2017). *Life cycle assessment of natural and mixed recycled aggregate production in Brazil. Journal of Cleaner Production*, V. 151, pp. 634-642.

Silva, C. A. V. M (2014). O projeto de arquitetura como elemento redutor de resíduos sólidos. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Rio de Janeiro, Brasil.

Silva, S. B (2015). Orquestração de redes de inovação em living labs brasileiros para o desenvolvimento de inovações sociais. Tese (Doutorado em Estratégias Organizacionais). Universidade do Vale do Rio dos Sinos, Pós-Graduação em Administração. São Leopoldo, Brasil.

Silva, M. A. O (2021). *The emerging necessity of the study of environmental management in the training of the civil enginner.* Construindo, V. 13, n. 1.

Silvero, F.; Rodrigues, F.; Montelpare, S.; Spacone, E.; Varum, H (2019). *The path towards buildings energy efficiency in South American countries. Sustainable Cities and Society*, V. 44, p. 646-665.

Souza, U.E.L; Paliari, J.C.; Agophyan, V.; Andrade, A.C (2014). *Diagnosis and actions to reduce waste generation in building sites: a progressive approach.* Ambiente Construído, V. 4, p. 33-46.

STEEN, K.; VAN BUEREN, E. *Urban Living Labs: A living lab way of working*. 1. Ed. Amsterdam: *Amsterdam Institute for Advanced Metropolitan Solutions* (AMS), 2017. 96p.

Ulsen, C (2011). Caracterização e separabilidade de agregados miúdos produzidos a partir de resíduos de construção e demolição. Tese (Doutorado em Engenharia Civil). Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia e Construção Civil. São Paulo, Brasil.