

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE ARQUITETURA E URBANISMO
CURSO DE ESPECIALIZAÇÃO EM ENGENHARIA DIGITAL E TECNOLOGIA BIM

MARCOS EDUARDO FERREIRA DE ALMEIDA

**A APLICAÇÃO DO BIM NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

CURITIBA

2019

MARCOS EDUARDO FERREIRA DE ALMEIDA

**A APLICAÇÃO DO BIM NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA
CONSTRUÇÃO CIVIL**

Trabalho de Conclusão de Curso como requisito parcial à obtenção do título de Especialista em Engenharia Digital e Tecnologia BIM, do Departamento Acadêmico de Arquitetura e Urbanismo, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Me. Marcelo de Queiroz Varisco

CURITIBA

2019



TERMO DE APROVAÇÃO

A APLICAÇÃO DO BIM NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL

por

MARCOS EDUARDO FERREIRA DE ALMEIDA

Esta Monografia foi apresentada em 11 de setembro de 2019 como requisito parcial para a obtenção do título de **Especialista em ENGENHARIA DIGITAL E TECNOLOGIA BIM**. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Marcelo Queiroz Varisco
Prof. Orientador

Heverson Akira Tamashiro
Membro titular

Christine Laroca
Membro titular

AGRADECIMENTOS

Dedico este trabalho a todos aqueles que de alguma forma estiveram e estão próximos de mim, fazendo esta vida valer cada vez mais a pena em busca de uma sociedade melhor.

Primeiramente a Deus: que tudo ilumina.

Aos meus pais que não pouparam esforços para a minha formação e sempre me incentivaram.

Agradeço imensamente a todos que contribuíram para a elaboração deste Projeto.

Ao Prof. Marcelo Queiroz Varisco pela dedicação e paciência na orientação e confiança no meu trabalho.

A todos os professores do Curso de Especialização e aos colegas da turma pela oportunidade de compartilhar novas visões da profissão e do mundo.

RESUMO

O referido trabalho tem o objetivo de explicar o que a plataforma BIM (Building Information Modelling) e suas possíveis aplicações na área da construção civil, e mostrar seus benefícios na gestão de obras. Com o BIM é possível se pensar em todo o ciclo de vida de uma edificação. Um dos maiores geradores de resíduos fica a cargo da construção civil. Por ter grande representatividade na economia dos países, gera um problema que possivelmente refletirá na economia do mesmo, de forma drástica e também por utilizar uma tecnologia menos eficiente que outros setores da economia. O trabalho executado nas obras para gerir esse serviço ainda não é adequado para o momento. E para auxiliar nesse setor que chega o processo BIM para facilitar a resolução dos problemas gerados nas construções. Neste trabalho foram estudadas as possibilidades oferecidas pelo BIM para o gerenciamento de resíduos na construção civil. Permite encontrar melhores soluções construtivas, melhor desempenho de edificações, além de proporcionar aumento na produtividade e qualidades dos projetos de arquitetura e complementares. Como o setor da Construção Civil é um dos maiores geradores de resíduos do meio ambiente, boa parte dos resíduos não se enquadra no princípio dos 3 Rs (reduzir, reutilizar e reciclar) e Sustentabilidade, mesmo assim a construção civil possui grande representatividade na economia do país, mas ainda é um dos setores que pouco utilizam de tecnologias para tornar o processo mais eficiente. O incorporador pode ter um fluxo de obra mais contínuo, com produtividade e qualidade, a construtora pode ter mais certeza dos custos de planejamento, assim como engenheiros e arquitetos, ter mais informações da obra e de todas as suas etapas buscando novas e melhores soluções de projeto.

Palavras chaves: Bim, Geração de resíduos, Sustentabilidade.

ABSTRACT

The objective of this work is to explain what the BIM (Building Information Modeling) platform and its possible applications in the field of civil construction, and show its benefits in the management of works. With BIM it is possible to think about the entire life cycle of a building. One of the largest waste generators is in charge of construction. Because it has great representation in the economy of the parents, it generates a problem that possibly will reflect in the economy of the same one, drastically and also by using a technology less efficient than other sectors of the economy. The work carried out in the works to manage this service is not yet adequate for the moment. And to assist in this sector that comes the BIM process to facilitate the resolution of problems generated in the constructions. In this work the possibilities offered by BIM for waste management in civil construction were studied. It allows to find better constructive solutions, better performance of buildings, besides providing increase in productivity and qualities of architecture and complementary projects. As the construction sector is one of the largest generators of environmental waste, much of the waste does not fit into the 3 Rs principle (reduce, reuse and recycle) and Sustainability, yet civil construction is highly representative of the economy of the country. country, but it is still one of the few sectors that use technologies to make the process more efficient. The developer can have a more continuous flow of work, with productivity and quality, the builder can have more certainty of the planning costs, as well as engineers and architects, to have more information of the work and of all its steps searching for new and better solutions of project.

Keywords: Bim, Waste generation, Sustainability.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Perda por manutenção de estoque.....	22
Figura 2. Perda por retrabalho.....	23
Figura 3. Transporte de forma inadequada.....	23
Figura 4. Perda no processamento.....	24
Figura 5. Perda incorporada de materiais.....	24
Figura 6. Sustentabilidade.....	37
Figura 7. Os 5 R's.....	38
Figura 8. Repensar.....	40
Figura 9. Recusar.....	41
Figura10. Reutilizar.....	42
Figura11. Reciclar.....	43
Figura12. Engenharia Reversa na Construção Civil.....	45
Figura13. Dimensões da Sustentabilidade	46
Figura14. Aproveitamento de sobras de demolição.....	47

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Exemplo de perdas segundo sua natureza.....	25
Tabela 2 Classificação dos resíduos da construção civil.....	28
Tabela 3 Tipos de resíduos e Acondicionamento.....	30
Tabela 4 Destinação correta dos resíduos.....	32
Tabela 5 Caracterização e quantificação da RCDs.....	33

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas

ABRECON – Associação Brasileira para Reciclagem de RCD

BIM – Building Information Modeling

CEE – Comissão de Estudos Especiais de Modelagem de Informação da Construção

CEPRAM – Conselho Estadual de Proteção Ambiental

CONAMA – Conselho Nacional do Meio Ambiente

CBIC – Câmara Brasileira da Construção Civil

FNA – Federação Nacional dos Arquitetos e Urbanistas

ICC – Indústria da Construção Civil

ISO – International Standard Organization

MMA – Ministério do Meio Ambiente

NBR – Normas Técnicas

PAC - Programa de Aceleração e Crescimento

PIB – Produto Interno Bruto

PMCMV - Programa Minha Casa Minha Vida

PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos

RCC - Resíduos da Construção Civil

RCD – Resíduos da Construção e Demolição

SEMA – Secretaria de Meio Ambiente

SISNAMA – Sistema Nacional do Meio Ambiente

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	13
1.1.	CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA E DA PESQUISA	13
1.2.	PROBLEMÁTICA DA PESQUISA	14
1.3.	JUSTIFICATIVA	14
1.4.	OBJETIVOS	15
1.4.1.	Objetivos Gerais	15
1.4.2.	Objetivos Específicos	15
1.5.	CONCEITUAÇÃO TEMÁTICA	15
1.6.	METODOLOGIA	16
1.7.	ORGANIZAÇÃO DO DOCUMENTO	17
2.	REFERENCIAL TEÓRICO	18
2.1	BIM – HISTÓRICO	18
3.	A CONSTRUÇÃO CIVIL, GERAÇÃO DE RESÍDUOS E A SUSTENTABILIDADE	20
3.1	A indústria da construção civil	20
3.2	Resíduos e sustentabilidade	20
3.3	Construção civil e as perdas	21
3.3.1	Classificação das Perdas	22
3.3.2	Identificação e Classificação dos Resíduos	26
3.3.3	Etapas do Gerenciamento de Resíduos na Construção Civil	28
3.3.3.1	Triagem e Caracterização	28
3.3.3.2	Acondicionamento e Armazenamento	29
3.3.3.3	Identificação	30
3.3.3.4	Transporte	30
3.3.3.5	Destinação final dos Resíduos	31
4.	CONAMA	35
5.	O BIM NA GESTÃO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL	36
6.	A POLÍTICA DOS 5 R'S	37

6.1 Repensar.....	40
6.2 Recusar.....	41
6.3 Reduzir.....	41
6.4 Reutilizar.....	42
6.5 Reciclar.....	43
6.6 Vantagens da política dos 5 R's.....	43
7. ENGENHARIA REVERSA NA CONSTRUÇÃO CIVIL.....	44
8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	47
REFERÊNCIAS.....	49

1 INTRODUÇÃO

1.1 CONTEXTUALIZAÇÃO DO TEMA E DA PESQUISA

Percebe-se a grande capacidade de análise, compilação, organização e registro de informações que o processo BIM proporciona para a gestão de resíduos, que ainda são subutilizados na cultura da construção civil brasileira, principalmente na etapa de execução de obras. Destaca-se também a importância da colaboração entre as equipes envolvidas, para o sucesso da gestão de resíduos através do processo BIM. Dessa maneira, com os resultados obtidos, infere-se que o BIM na gestão de resíduos deve ser mais bem estudado e aplicado pelas empresas responsáveis pelos projetos de arquitetura e engenharia, mas principalmente pelas empresas executoras, que desconhecem sua aplicação prática e acabam por gerir obras custosas financeira e ambientalmente. O seu uso na construção civil é de grande benefício para todos os envolvidos na construção de um empreendimento, porque permite um melhor planejamento do processo de construção, reduzindo tempo, economizando recursos e diminuindo mais a chance de erros e conflitos. Evidencia também a dimensão da sustentabilidade para o equilíbrio do meio e da sociedade em evidência. E a construção civil influencia praticamente em todas as dimensões da sustentabilidade. A sustentabilidade é o princípio que assegura que nossas ações hoje não limitem o alcance das dimensões econômica, social e ambiental no futuro (ELKINGTON, 1998 apud LIBRELOTTO, 2005, p.3).

Seja na dimensão ambiental, através do desmatamento e impactos na natureza das mais diversas ordens sem evitar desperdícios. Tudo na natureza precisa ser sustentável nos âmbitos ambiental, social e econômico.

1.2 PROBLEMÁTICA DA PESQUISA

Com o avanço da indústria da construção civil, diariamente milhares de empreendimentos geram grandes quantidades de resíduos sólidos. O setor da construção civil se destaca como a atividade que mais afeta o meio ambiente no consumo de recursos naturais e na produção de resíduos sólidos. Os altos índices

de perdas durante o processo construtivo devem-se a falta de cultura de reutilização e reciclagem no Brasil (MELLO, 2010).

Além disso, os trabalhadores do setor de construção civil não são treinados adequadamente e isso gera um baixo índice na produtividade e alta rotatividade. Tendo em vista todo esse processo é interessante do ponto de vista econômico e sustentável que se busquem alternativas para aperfeiçoar os recursos utilizados.

Em contrapartida o BIM é uma ferramenta que vem facilitar na gestão dos canteiros de obras. A construção civil vem vivenciando nos últimos anos diversas inovações relacionadas aos conceitos de sustentabilidade, desempenho, visando através de o BIM ajustar os padrões atuais ao relacionamento do projeto com a obra. Em vista desse conhecimento elaborou-se a pergunta deste trabalho: Qual a contribuição do BIM no gerenciamento de resíduos na construção civil?

1.3 JUSTIFICATIVA

A aplicação do BIM proporcionará uma previsibilidade dos resíduos gerados em canteiro de obras antes mesmo de a obra ser iniciada, possibilitando atingir quantitativos precisos para decidir a sua destinação, proporcionando um combate mais efetivo quanto a desperdícios, que em contra partida gera uma economia de custos e por sua vez proporcionará uma clareza maior quanto à tomada de decisões durante a execução das obras.

O setor da construção civil é um dos maiores geradores de resíduos no meio ambiente, e boa parte desses resíduos não se enquadram nos Princípios dos 5 R's (reduzir, reutilizar ou reaproveitar, reciclar, repensar e recusar). Mesmo assim a construção civil possui grande representatividade na economia do país, mas ainda é um dos setores que pouco utilizam de tecnologia para tornar os processos mais eficientes.

1.4 OBJETIVOS

1.4.1 Objetivo geral:

a) Sugerir o planejamento da gestão dos resíduos em obras com a utilização do BIM visando reduzir e otimizar os resíduos gerados na obra com a utilização do BIM.

1.4.2 Objetivos específicos:

a) Identificar tipos de resíduos e percentuais de perdas em novas construções utilizando o sistema construtivo em concreto armado;

b) Planejar como será feita a coleta e destinação dos resíduos de acordo com sua classificação;

c) Planejar a logística e manejo desses resíduos;

d) Gerenciar os resíduos que visam reduzir, reutilizar ou reaproveitar, reciclar, repensar e recusar.

1.5 CONCEITUAÇÃO TEMÁTICA

A construção civil possui grande relevância na economia do país, bem como da cadeia produtiva ligada ao processo de construção e mão de obra. Mas em contrapartida é apontada como um dos maiores geradores de impactos no meio ambiente seja pelo consumo de recursos naturais não renováveis e pela geração de resíduos sem destinação adequada. E boa parte desses resíduos não se enquadra no Princípio dos 5 R's, e mesmo tendo representatividade na economia do país, é um dos setores que pouco utilizam tecnologia para tornar processos mais eficientes.

Com isso, a utilização da tecnologia do Bim pode-se atingir os seguintes benefícios no Gerenciamento:

a) Adotar ferramentas BIM que contribuem para a gestão de resíduos desde o projeto até o momento pós obra;

b) Levantamento de quantitativos de resíduos para a conferência posterior da fidelidade do modelo BIM durante a execução da obra.

- c) A alternativa oferecida pelo BIM para redução ou controle da gestão de resíduos durante a execução da obra em relação a sua logística (Caracterização, Triagem, Acondicionamento, Transporte e Destinação).

1.6 METODOLOGIA

Este trabalho resume-se numa pesquisa exploratória, a qual foi feita através de revisão bibliográfica e reflexão acerca do trabalho desenvolvido em obras. Foram relacionados conceitos com a metodologia BIM, e com a gestão de resíduos. Foi levantada uma revisão literária acerca do assunto em pauta, de forma descritiva. Além disso, utilizaram-se dados e informações disponíveis na internet, através de fontes diversas tais como: teses, artigos, como forma de apresentar a eficiência e os benefícios do processo dentro do gerenciamento de resíduos com a utilização do BIM. Este trabalho tem a finalidade de esclarecer o planejamento da gestão de resíduos em obras, com a utilização da ferramenta BIM, visando reduzir e otimizar os resíduos gerados na obra. Além de identificar tipos de resíduos e percentuais de perdas; planejar como será feita a coleta e destinação dos resíduos de acordo com a sua classificação; planejar a logística e manejo desses resíduos e gerenciar os resíduos que visa reduzir, reutilizar e reciclar. Assim sendo foi desenvolvido uma pesquisa Exploratória abordando o Conama, para explicar como é feito o processo de gerenciamento de resíduos da construção civil. Além da pesquisa descritiva que vai abordar a utilização do BIM na contribuição de um processo mais eficiente de gerenciamento de resíduos. E por fim a pesquisa analítica que evidenciará os benefícios da utilização do BIM, e como isso influencia tornando mais eficiente o gerenciamento de resíduos.

1.7 ORGANIZAÇÃO DO CONTEUDO

Este trabalho ficou definido em capítulos. O primeiro capítulo é introdutório acerca do tema: objetivos, conceituação temática e metodologia. Os demais capítulos exploram o assunto através de uma revisão bibliográfica acerca do tema de forma clara e objetiva.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 BIM - HISTÓRICO

O processo BIM (Building Information Modeling), representa a mudança, por ser “uma tecnologia de modelagem e um conjunto associado de processos para produzir, comunicar e analisar modelos de construção” (EASTMAN et al, 2014 p.13). Segundo EASTMAN é possível por meio do BIM, representar e planejar todo o ciclo de vida de uma obra, alterando as perspectivas para o setor, otimizando os projetos. Com o BIM é possível se pensar em todo o ciclo de vida de uma edificação.

Desde 2009, a CEE (Comissão de Estudos Especiais de Modelagem de Informação da Construção) vem desenvolvendo a normalização brasileira do BIM, o que já começou a se concretizar com a publicação das normas ABNT ISSO 12006-2 e ABNT NBR 15965. Estas normas são o primeiro passo para uma normalização ampla que pretende fornecer as bases para a disseminação do BIM na construção civil.

No Brasil o uso da modelagem começa a fazer parte da rotina dos escritórios de arquitetura, engenharia e das grandes construtoras. Uma das barreiras para a maior adoção da tecnologia é a falta de conhecimento mais aprofundado por parte de profissionais e empresas.

Segundo o palestrante na FNA – Federação Nacional dos Arquitetos e Urbanistas em Porto Alegre, consultor e especialista em BIM, Arquiteto Rogério Suzuki, não há como o mercado trabalhar de forma diferente daqui a dez anos. A adoção do novo sistema de modelagem da Informação BIM (Building Information Modeling) é uma tendência mundial por arquitetos e urbanistas brasileiros. Ressaltou a importância de renovar plataformas e revisar processos. O BIM visa aumentar a qualidade e produtividade dos projetos, passando pela execução da obra até a operação de manutenção. “O foco é melhoria nos processos.”

Embora no Brasil a implantação ainda esteja iniciando, publicações estrangeiras apontam que o retorno do BIM é muito positivo. É uma forma diferente de conceber o projeto pensando na obra. Ele cria uma simulação modelo, onde é possível enxergar problemas de compatibilização, consegue dimensionar o tempo e o custo.

Com o BIM por meio de simulações 4D e 3D é possível fazer um planejamento mais apurado e reduzir custos.

O mercado brasileiro está sofrendo transformações, mesmo com a crise na área da construção civil. Mesmo assim tem o objetivo de aumentar a produção e qualidade nos projetos passando desde a execução até a manutenção da obra. É uma forma diferente de conceber o projeto, é um modelo novo, um pensar diferente para projetar, não é uma ferramenta. Mas maximiza o projeto e reduz custos, com estimativas de custos e cálculos.

O desenho no projeto é uma consequência, um subproduto. Quando se fala em projeto não está falando só em arquitetura, mas sim em arquitetura, estrutura, de instalações de projetos complementares, de uma complexidade cada vez maior de especialidades. Hoje tem projetos específicos para paginação de piso, de fachada, detalhamento de blocos dentro de uma parede. São elementos que muitas vezes não se vê, mas eles têm de serem pensados, tem de serem planejados de forma conjunta. É essa visão permitem que se tenham dentro do mesmo modelo todos esses sistemas, essas especialidades. É muito rico. Não é uma novidade porque se sabe que já vem sendo usado, mas ainda não chegou de fato ao alcance de todos os profissionais. Ainda não está disseminado em todos os escritórios de arquitetura. É outro paradigma.

3 A CONSTRUÇÃO CIVIL, GERAÇÃO DE RESÍDUOS E SUSTENTABILIDADE

3.1 A INDÚSTRIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL

A indústria da Construção Civil (ICC) é um setor de grande relevância nacional. Representa aproximadamente 1/5 do Produto Interno Bruto (PIB) brasileira. Devido a programas sociais como “Minha Casa, Minha Vida”, e a realização de eventos como a Copa do Mundo de 2014 e as Olimpíadas de 2016, está em grande expansão no Brasil. (HONDA, 2011).

A Construção Civil é um ramo em crescimento devido à existente demanda por construções de residências, estradas, indústrias, etc. justificando sua importância por ser essencial à população, ao desenvolvimento das cidades e da economia do país. (SANTO, *et al*, 2014).

3.2 RESÍDUOS E SUSTENTABILIDADE

As atividades humanas principalmente no ambiente urbano produzem resíduos das mais variadas natureza, seja pelo hábito do desperdício ou pelas relações de vida indevida de produção e consumo na sociedade. (Gonçalves, 2007).

A política de gestão urbana dos resíduos vem se modificando às novas tecnologias. Os crescimentos dos resíduos nas grandes cidades transformam-se no grande desafio dos municípios, não só em razão do aumento populacional e do uso de produtos descartáveis, mas pelo conceito de sustentabilidade focado pela Agenda 21. Os resíduos sólidos são usualmente chamados de lixo, mas segundo os ecologistas: Resíduo é uma coisa boa colocada em local errado. Resíduo é uma matéria prima mal aproveitada – provérbio chinês. Com a sustentabilidade, o que era lixo passa a ser reaproveitado, transformando-se num novo produto gerando emprego e renda. Essa responsabilidade é de toda sociedade.

Hoje existe uma preocupação mundial no sentido de adotar políticas públicas, normas, especificações técnicas e instrumentos econômicos voltados especialmente

para a promoção da sustentabilidade na construção civil, frente ao crescimento da economia e a vitalidade do desenvolvimento social. Segundo análise da Câmara Brasileira da Indústria da Construção Civil (CBIC, 2012) alguns fatores como a estabilidade macroeconômica, mudanças no marco regulatório do mercado imobiliário, Lei 10.931/2004, maior oferta de crédito, aumento de renda familiar entre outras e obras do Programa de Aceleração e Crescimento (PAC) e Programa Minha Casa Minha Vida (PMCMV) foram determinantes para o crescimento no setor.

O intenso processo de urbanização e crescimento da industrialização, baseados em procedimentos insustentáveis, aumentou significativamente a produção de resíduos sólidos e, portanto, as exigências de instrumentos para minimizar os problemas gerados por esses. A questão dos resíduos se relaciona com questões ainda maiores como ambientais, sanitárias, de saúde pública e de equilíbrio da própria sociedade. (SANTOS; GONÇALVES-DIAS, 2012).

Em virtude disso tudo, com o aumento de construções, conseqüentemente há o aumento dos resíduos para serem gerenciados. Os resíduos da construção civil são um dos maiores responsáveis pela produção de “lixo” no mundo. Esse fato pode se tornar um problema ambiental sério quando não existe um gerenciamento de resíduos adequado. Assim, caliça, entulho ou metralha são três termos distintos para definir a mesma coisa: as sobras das construções. Sendo ainda que estes envolvem desde pedregulho, aço e areia até argamassa e fragmentos de madeira ou tijolos.

3.3 A CONSTRUÇÃO CIVIL E AS PERDAS

O setor da construção civil está passando por um processo de reestruturação. Os recursos financeiros são cada vez menores, o mercado consumidor está cada vez mais exigente, os trabalhadores por sua vez têm buscado melhores condições de trabalho. Todos esses fatores têm exigido uma nova postura das empresas. Estas estão sendo obrigadas a adotar estratégias empresariais mais modernas, focadas na qualidade, na racionalização e na produtividade, possibilitando a obtenção de um produto final de melhor qualidade e mais barato. (COSTA; FORMOSO, 1998).

Na construção civil os resíduos são produzidos em decorrência de excessiva quantidade de perdas e desperdícios. Para Cruz (2002) mediante estudo feito por Koyles (autor inglês que foca seus estudos na avaliação da incidência e natureza das perdas a partir dos canteiros de obras), este demonstra que existem perdas diretas, definidas quando os materiais são destruídos e perdas indiretas, quando os insumos ficam incorporados à construção, acarretando um acréscimo de custo.

3.3.1 Classificação das perdas

Durante as obras, é comum em nossa atual cultura construtiva, haver sobras, mesmo diante de esforços para a sua minimização. Todavia, as mesmas podem ser classificadas, conforme a seguir:

1º Grupo: perdas ocorridas na etapa do transporte externo, recebimento, estocagem e transporte interno, como exposto na figura 1.

Figura 1- Exemplo de perda por manutenção de estoque (grande quantidade de argamassa estocada desnecessariamente).



Fonte: www.fieb.org.br (2006)

2º Grupo: perdas ocorridas na execução, bem como em reforma, adequações, também conhecida no linguajar popular como calça, conforme exemplificado na figura 2.

Figura 2 – Exemplo de Perda por retrabalho (quebra das estacas por alteração no projeto)

Figura 2 – Exemplo de Perda por retrabalho



Fonte: Acervo do autor (2014)

3º grupo: Perdas que podem ocorrer em qualquer etapa do processo como acidentes no transporte interno etc..., inadequado, propiciando um maior risco à integridade do material a ser usado, bem como toda e qualquer correção que envolva uso de material não previsto, tais como correção e prumo e alinhamento, como apresentamos nas figuras 3, 4 e 5.

Figura3 – Blocos cerâmicos transportados de forma inadequada favorecendo quebra.

Figura3 – Blocos cerâmicos



Fonte: www.fieb.org.br (2006)

Figura 4 – Exemplo de Perda no processamento (sobra de madeirite após execução de formas para concretagem)

Figura 4 – Exemplo de Perda



Fonte: Acervo do autor (2019)

Figura 5 – Perda incorporada de materiais causada pela espessura excessiva de revestimento devido a uma má especificação de Projeto.

Figura 5 – Perda incorporada



Fonte www.fieb.org.br (2006)

A seguir, na tabela 1, são apresentados exemplos de perdas segundo sua natureza, momento de incidência e origem. Levando em consideração a necessidade de se ter uma classificação de perdas melhor estruturada, dentre as várias sugeridas por diversos outros autores, as perdas ficaram definidas e classificadas conforme tabela.

Tabela 1 – Exemplos de perdas segundo sua natureza, momento de incidência e origem. Origem (adaptada de SEBRAE, 1996).

Natureza Exemplo Momento de	Exemplo	Incidência de Momento	Origem
Superprodução	Produção de argamassa em quantidade superior à necessária para um dia de trabalho.	Produção	Planejamento: falta de procedimentos de controle.
Manutenção de Estoques	Deterioração da argamassa estocada.	Armazenamento	Planejamento: falta de procedimentos referentes às condições adequadas de armazenamento.
Transporte	Condições inadequadas para transporte	Recebimento, transporte, produção	Gerência da obra, falha do planejamento de meios para executar o transporte de materiais.
Movimentos	Tempo excessivo de deslocamento devido às grandes distâncias entre os postos de trabalho	Produção	Gerência de obra: falta de planejamento das seqüências de atividades e dos postos de trabalho.
Espera	Parada na execução dos serviços por falta de material	Produção	Suprimentos: falha na programação de compras
Fabricação de produtos Defeituosos	Espessuras de lajes e vigas diferentes das especificadas em projeto	Produção, inspeção	Projeto: falhas no sistema de fôrmas utilizado
Processamento em si	Necessidade de quebrar uma laje depois de pronta para passagem de instalações.	Produção	Planejamento: falhas no sistema de controles. Recursos humanos. Falta de treinamento dos funcionários.
Substituição	Substituição do acabamento em pintura especificado em projeto por acabamento em pastilha cerâmica.	Produção	Suprimentos: falha na programação de compras. Planejamento: falha no sistema de controles.

Fonte: www.fieb.org.br (2006)

3.3.2 Identificação e classificação dos resíduos

Os resíduos da Construção Civil (RCC) devem ser classificados em acordo com a Resolução nº 307/2002 do CONAMA e suas alterações (nº 431/2011, nº448/2012 e nº469/2015). No artigo 3º (Brasil, 2002), juntamente com a Resolução nº431 (Brasil, 2011) classifica os resíduos da Construção Civil conforme denominado a seguir.

I. Resíduos da Classe A:

São provenientes de construções, reformas, reparos e demolições de obras da construção civil, e resultantes de preparação e escavação de terrenos. São comumente chamados de entulhos de obra, calça ou metralha. Esses materiais deverão ser reutilizados ou reciclados na forma de agregados ou encaminhados às áreas de aterro de resíduo da construção civil, de forma que possa ser permitida a sua utilização ou reciclagem futura.

II. Resíduos de Classe B:

São plásticos, papelão, metais, vidros, madeiras e outros. Estes resíduos deverão ser reutilizados, reciclados ou encaminhados às áreas de armazenamento temporário, a fim de permitir sua reciclagem futura, não devem ficar expostos na natureza.

III. Resíduos da Classe C:

São resíduos sem tecnologia economicamente viável que permitam a sua reciclagem ou recuperação, como por exemplo: produtos oriundos do gesso. Esses materiais deverão ser armazenados, transportados e destinados em conformidade com as normas técnicas.

IV. Resíduos da Classe D:

São resíduos perigosos, oriundos do processo de construção (tintas, solventes, óleos e outros). Ou aqueles contaminados ou prejudiciais a saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais entre outras. Bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou

outros produtos nocivos à saúde. Estes também devem ser armazenados de acordo com as mesmas técnicas específicas. No caso particular dos resíduos de classe D, a Resolução nº 307 foi complementada pela Resolução nº 348 (2004) que inclui nesta classe os resíduos nocivos à saúde, com destaque aos produtos que contêm amianto. De acordo com esta Resolução, os geradores de resíduos, devem ter como objetivo prioritário a não geração de resíduos e secundariamente a redução, a reutilização, a reciclagem e a destinação final.




Os altos índices de perdas durante o processo construtivo devem-se a falta de cultura de reutilização e reciclagem no Brasil. A Associação Brasileira para Reciclagem de Resíduos da Construção Civil e Demolição – ABRECON estima que 60% do lixo sólido das cidades provem da construção civil.

Segundo Mello (2010), no Brasil em média 50% de todo material desperdiçando (cerca de 850 mil toneladas de entulho por mês) é depositado sem critérios em lixões ou aterros sanitários. A prática de reuso e reciclagem pode ser encarada do ponto de vista da viabilidade econômica para revenda desses materiais.

Para Azevedo e Amorim (2013), o descarte irregular provoca não somente danos ambientais, mas também custo de limpeza pública e alguns dos impactos citados são visíveis e provocam comprometimento total/parcial do meio urbano e desordem no tráfego de veículos e pedestres

A Resol.307, da Conama, regulariza diretrizes, metas de redução, reciclagem e reutilização, além dos critérios essenciais para a gestão dos resíduos da construção civil, além de apresentar formas de classificação dos resíduos gerados, De acordo com a Resolução 307/2002 e suas alterações: 348/2004, 431/2011, 448/2012 e 469/2015 ficaram estabelecidas as quatro classes de resíduos. É a sustentabilidade na construção civil. Apresentado na Tabela 2

Tabela 2- Classificação dos resíduos da Construção Civil

DEFINIÇÃO	EXEMPLOS	IDENTIFICAÇÃO
CLASSE A: São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis como agregados, provenientes de construção, demolição, reformas e reparos de pavimentação, de edificações, de outras obras de infraestrutura e de processo de fabricação e/ou demolição de peças pré-moldadas em concreto.	Ex. solos sem contaminação, concreto, componentes cerâmicos (tijolos, telhas), argamassa, estrutura pré-moldadas em concreto, rochas, reparos de pavimentação, pedras e areias naturais.	
CLASSE B: São os resíduos recicláveis para outras destinações.	Ex. madeira, papel/papelão, plástico, metal ferroso e não ferroso, vidro, gesso, <i>drywall</i> e embalagens metálicas de tintas imobiliárias com filme seco.	
CLASSE C: São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação.	Ex. lâ de rocha, lâ de vidro, tubos de poliuretano, massa de vidro, saco de cimento pós-consumo.	
CLASSE D: São os resíduos perigosos oriundos do processo de construção, ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde, oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como objetos e materiais que contenham amianto, ou outros produtos nocivos à saúde.	Ex. resíduos provenientes de demolição de clínicas de raios-X ou medicina nuclear; tintas, solvente, óleo, massa corrida, textura, grafiato, materiais e solos contaminados por substâncias prejudiciais à saúde, telha e caixa de água contendo amianto ou fibrocimento.	

Fonte: <https://mid.curitiba.pr.gov.br> (2016)

3.3.3 Etapas do gerenciamento de resíduos sólidos na construção civil.

O Gerenciamento de resíduos compreende as seguintes etapas: Triagem e caracterização, Acondicionamento, Identificação, Armazenamento, Transporte, Destinação final.

3.3.3.1 Triagem e caracterização

Consistem na separação dos resíduos. Nesta etapa os resíduos devem ser separados, usando como base o que especifica a Resolução nº 307/2004 – CONAMA, e suas alterações. A quantificação dos volumes de resíduos também faz parte da caracterização. Ela facilita e viabiliza as demais etapas no ciclo de vida dos

resíduos. E se essa etapa for descartada por qualquer ordem o processo não se desenrola de forma sustentável e correta.

3.3.3.2 Acondicionamento e armazenamento

Guardar esses resíduos em sacos, bags, bombonas, tambores, caçambas, de forma a garantir que seja possível reutilizar e reciclar esses resíduos. Deverão garantir segurança no transporte, principalmente aqueles que oferecem riscos à saúde e ao meio ambiente (vidro, lã de rocha, de vidro, e resíduos perigosos). Os recipientes deverão atender padrões de cores definidas pela Resolução nº 275/2001 do CONAMA. Isso facilita a segregação e identificação dos resíduos pelos funcionários, quando há um bom programa de treinamento e capacitação. Para garantir o transporte não se deve ultrapassar 85% da capacidade do recipiente por segurança. O armazenamento deve ser feito com identificação do tipo do resíduo e preferencialmente guardada no interior do imóvel com acesso facilitado para os veículos coletores. Se forem químicos devem atender a NBR 12235 da ABNT.

A localização dos recipientes de acondicionamento no canteiro pode, além de garantir o correto tratamento do resíduo, ter caráter estratégico, quando o objetivo é a otimização da circulação dos mesmos, fator que favorece a entrada e saída de materiais. (BRUM, 2013).

Conforme apresentado na Tabela 3 e 4, o acondicionamento e armazenamento de resíduos deverão atender aos padrões estabelecidos pelo CONAMA, Resolução 275/2001 e atender a NBR 12235 da ABNT.

Tabela 3 – Tipos de resíduos e acondicionamentos

CLASSE DE RESÍDUO	TIPO DE RESÍDUO	FORMA DE ACONDICIONAMENTO
RESÍDUOS PERTENCENTES A CLASSIFICAÇÃO DE RCC		
CLASSE A	Concreto, argamassa, elementos cerâmicos	Caçamba estacionária exclusiva para Classe A, exceto solo e resíduo asfáltico.
	Solo	Direto em caçamba basculante de caminhões ou caçamba estacionária exclusiva para solo.
	Resíduo asfáltico	Caçamba estacionária exclusiva para este resíduo.
CLASSE B	Papel, Plástico, madeira, vidro, metal	Bag, bombona, tambor; baía EM COR AZUL, caçamba estacionária exclusiva para esses resíduos da classe B.
	Gesso	Caçamba estacionária exclusiva para gesso.
	Embalagens de tintas imobiliárias com filme seco	Caçamba estacionária exclusiva para essas embalagens.
	Gesso	Caçamba estacionária ou bombona exclusiva para gesso.
CLASSE C	Lã de vidro, lã de rocha	Bombona exclusiva para esses resíduos, dotada de tampa e etiqueta indicando que o manuseio desses resíduos possui risco de provocar reação urticante.
	Manta asfáltica, isopor	Bombona, tambor, bag.
CLASSE D	Tintas, óleos, solventes, vernizes, impermeabilizantes	Bombona ou tambor EM COR LARANJA, exclusivo para classe D.
	Telhas de amianto	Baía (quando inteira), tambor ou caçamba (quando quebradas) EM COR LARANJA, exclusivo para esse resíduo.
OUTROS RESÍDUOS GERADOS NÃO ENQUADRADOS NA CLASSIFICAÇÃO DE RCC		
PERIGOSOS	Lâmpadas	Devem ser embaladas, acondicionadas em caixa de madeira, EM COR LARANJA.
	Resíduos de Serviços de Saúde	Bombona branca com tampa. Deve atender a Resolução n.º 306/2004 da ANVISA.
Classe II-B	Rejeitos (resíduos orgânicos, sanitários e compatíveis)	Caçamba estacionária, tambor EM COR PRETA.
	Resíduo Vegetal	Caçamba estacionária, tambor, EM COR PRETA.

Fonte <https://mid.curitiba.pr.gov.br> (2016)

3.3.3.3 Identificação

A identificação deve ser visível e clara, fornecendo informações do manejo e destinação corretos.

3.3.3.4 Transporte

Deverá ser realizado de acordo com as normas vigentes para o transporte de resíduos. Esta etapa define pela remoção dos resíduos nos locais de origem para estações de transferências, centros de tratamentos, ou então, diretamente para o destino final por diferentes meios de transporte (MASSUKADO, 2004).

É muito importante que se defina uma logística para o transporte, provendo acessos adequados, com horários definidos, com controle de entrada e saída dos veículos que irão retirar esses resíduos devidamente acondicionados, para evitar e combater o acúmulo e melhorar a organização local da obra. A empresa que vai fazer o transporte deve possuir licença ambiental expedida por órgão competente.

3.3.3.5 Destinação final

Inclui reutilização, reciclagem, co-processamento, aproveitamento energético, disposição final ou outra destinação ambientalmente adequada que não prejudique a saúde. A destinação final cuida de valorizar os resíduos, inserindo-os novamente na cadeia produtiva. Com essas ações há ganhos ambientais com a redução de uso dos recursos naturais, minimização da poluição do meio ambiente, aumento da vida útil, geração de renda entre outros benefícios.

A etapa de tratamento dos resíduos envolve as ações destinadas a reduzir a quantidade ou o potencial poluído dos resíduos sólidos, seja impedindo o descarte de rejeito em local inadequado, seja transformando-o em material inerte ou biologicamente estável (IBAM, 2001).

O CONAMA por meio da Resolução nº 307/2002, define que os resíduos possuem tratamentos e destinações ou disposições finais de acordo com a classe a que pertencem, apresentado na Tabela 4.

Tabela 4 – Destinação correta dos resíduos

CLASSE - RESÍDUO	DESTINO CORRETO	PROCESSO PREVISTO
A - solo sem contaminação	Aterro de resíduo da construção civil	Usado para obras de terraplenagem, cobertura de aterros de classe I ou II.
A - concreto, argamassa, elemento cerâmico	Unidade de reciclagem de RCD - classe A	Trituração para uso como base e sub-base em obras de pavimentação, como material drenante em obras de saneamento, na fabricação de artefatos.
A - asfalto	Usina de Pré-Misturado a Quente PMQ Unidade de Reciclagem de Resíduo Asfáltico	Reciclagem e reutilização em revestimento asfáltico.
B - madeira com contaminantes , tais como: tinta, verniz, produto químico, adesivos, colas, resinas	Unidades com equipamento de triturador de madeiras para constituição de biomassa	Queima de biomassa em fornos de alta temperaturas, dotados de filtros com controle da emissão de gases.
B - madeira sem contaminantes .	Empresas de material de demolição Unidades de reciclagem	Reuso para reaproveitamento em obras ou na fabricação de móveis. Queima em fornos de olarias ou lavanderias.
B - <i>pallet</i> sem contaminantes	Indústria de móveis Unidades de reciclagem com picador	Fabricação de móveis Queima em fornos de olarias ou lavanderias.
B - papel/papelão, plástico, metais, vidro	Unidades de Reciclagem. Cooperativas ou Associações de Catadores	Reciclagem.
B - gesso	Unidade de reciclagem de gesso, indústria de fertilizantes Unidades de co-processamento	Reciclagem para uso no processo, ou fabricação de adubo/corretivo de solo. Co-processamento.
B - embalagens metálicas de tintas imobiliárias vazias, com filme seco	Pontos de entrega da Logística Reversa	Siderúrgicas.
C - lâ de vidro, de rocha	Aterro Classe I	Disposição sob controle.
C - tubos de poliuretano, plásticos não recicláveis	Aterro especial para resíduos não perigosos - Classe II	Disposição sob controle e monitoramento permanentes.
D - tintas, óleos, verniz, impermeabilizantes	Aterro Classe I	Disposição sob controle e monitoramento permanentes.
D - materiais que contêm amianto ou asbesto	Aterro Classe I	Disposição sob controle e monitoramento permanentes.

Fonte: <https://mid.curitiba.pr.gov.br> (2016)

Tabela 5 – Caracterização e quantificação das RCDs.

CARACTERIZAÇÃO		QUANTIDADE (m³)			
		FASES DA OBRA		TOTAL	
Classe	Tipo	DEMOLIÇÃO	CONSTRUÇÃO		
Classe A	Solo (terra) volume solto		n,n	1n,n	
	Componentes cerâmicos	n,n	n,n	2n,n	
	Pré-moldados em concreto	n,n	n,n	2n,n	
	Argamassa	n,n	n,n	2n,n	
	Material asfáltico		n,n	1n,n	
	TOTAL Classe A		3n,n	5n,n	8n,n
Classe B	Plásticos	n,n	n,n	2n,n	
	Papel/papelão		n,n	1n,n	
	Metais	n,n	n,n	2n,n	
	Vidros	n,n	n,n	2n,n	
	Madeiras	n,n	n,n	2n,n	
	Gesso		n,n	1n,n	
	Outros (especificar) <i>Isopor</i>			n,n	1n,n
TOTAL Classe B		4n,n	7n,n	11n,n	
Classe C	Lã de rocha		n,n	1n,n	
	Massa de vidro		n,n	1n,n	
	Tubos de poliuretano		n,n	1n,n	
	TOTAL Classe C		3n,n	3n,n	
Classe D	Tintas		n,n	1n,n	
	Solventes		n,n	1n,n	
	Óleos		n,n	1n,n	
	Materiais com amianto	n,n		1n,n	
	Outros (especificar) <i>materiais e EPIS contaminados por tintas</i>			n,n	1n,n
	TOTAL Classe D		1n,n	4n,n	5n,n
TOTAL (A + B + C + D)				28n,n	

Fonte: <https://mid.curitiba.pr.gov.br> (2016)

Resoluções da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) também classificam os resíduos em três categorias quanto aos seus potenciais ao meio ambiente e para a saúde pública.

Classe I : Perigosas;

Classe II: Não perigosos e não inertes, e;

Classe III: Não perigosos e inertes.

O CONAMA também determina que os municípios devam elaborar um plano municipal de gestão de resíduos da construção civil.

4 CONAMA

O CONAMA é um órgão criado em 1982 pela Lei nº 6938/1981, que estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, o Conselho Nacional do Meio Ambiente. É um órgão consultivo e deliberativo do Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA). Ele existe para assessorar, estudar e propor ao governo, as linhas de direção que devem tomar as políticas governamentais para a exploração e preservação do meio ambiente e dos recursos naturais.

A partir de 1988 com a Constituição Federal, no capítulo VI refere-se basicamente ao meio ambiente. E a questão ambiental tornou-se obrigatória à medida que reflete na qualidade de vida da população. E sucessivamente após vieram novas leis e decretos. No âmbito da legislação federal devem ser consideradas as resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) que trata de resíduos sólidos e sua destinação.

São de extrema importância que sejam implantadas ações para a efetiva redução dos impactos ambientais causados pela geração de resíduos da construção civil. Preocupado com esse aumento de resíduos da construção em locais inadequados o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA, publicou em 5 de julho de 2002 uma Resolução que estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão de resíduos da construção civil, além de disciplinar ações necessárias de forma a minimizar os impactos ambientais, ou seja, a Resolução nº 307. Ela entrou em vigor em 02 de janeiro de 2003, E define como o resíduo da construção civil advindos de atividades da construção, reforma reparos, e demolições de estruturas e estradas, bem como aqueles resultantes da remoção de vegetação e escavação de solos.

5 O BIM NA GESTÃO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL

A aplicação do BIM no gerenciamento é possível uma previsão dos resíduos gerados em canteiros de obras antes mesmo de a obra ser iniciada, possibilitando atingir quantitativos precisos para decidir a sua destinação, proporcionando um combate mais efetivo quanto a desperdícios, que em contra partida gera uma economia de custos, e uma clareza maior quanto à tomada de decisões durante a execução da obra.

É uma tecnologia utilizada para a redução dos resíduos nas fases iniciais do projeto, assim como de planejamento, dimensionamento e até mesmo na gestão da construção. As mudanças são maiores quando aplicado diretamente à operação da obra construída, uma vez que os materiais excedentes vêm desde as fases iniciais do projeto. Fazendo uso da tecnologia BIM para estimar a quantidade de resíduo gerado em obra, através de software para quantificar o volume do material a ser utilizado e, logo estimar a quantidade do material caso ocorresse a demolição da construção. A fase do planejamento auxilia o gestor a visualizar suas necessidades ao longo do processo, como espaço e material necessário em cada fase do projeto, pois uma melhor compreensão do projeto como um todo é importante para evitar atividades desnecessárias e pouco eficientes.

Prover os materiais no tempo certo para o canteiro para evitar longos períodos de armazenamento que podem danificar as funcionalidades do material, e também para que movimentações desnecessárias sejam eliminadas, facilita a gestão eficiente do canteiro de obras. (WON: CHENG, 2007).

6 A POLITICA DOS 5 R's

O Brasil passou por um período de grande industrialização e com isso as questões ambientais passaram a sentir o impacto. Em 1972 ocorreu a Conferência em Estocolmo, quando o governo brasileiro criou a Secretaria de Meio Ambiente – SEMA, e em 1973 foi criado o Conselho Estadual de Proteção Ambiental – CEPRAM, e a partir daí foram criados outros órgãos ambientais com o objetivo de contribuir para a redução de impactos ambientais. No final da década de 1980 e início da década de 90, testemunhou-se o discurso da sustentabilidade como expressão dominante no debate que envolve o meio ambiente. E assim sendo a sustentabilidade passou a assumir múltiplos sentidos. Surgiu o Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA em 2002, contudo só em 2010 quando da instituição da Política Nacional de Resíduos Sólidos, a questão ganha força e visibilidade principalmente quando da implementação da política dos Rs (reduzir, reaproveitar, reutilizar, repensar e reciclar).

Figura 6 – Sustentabilidade



Fonte: <https://vgresíduos.com.br> (2018)

A política dos 5 R's vem para contribuir como instrumento eficaz para solução dos problemas do lixo. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2017) os 5 R's fazem parte de um processo educativo que objetiva uma mudança de hábitos no cotidiano das pessoas. O principal ponto é: levar as pessoas a repensarem seus valores e práticas, reduzindo consumo exagerado e desperdício, com um único objetivo: preservar o meio ambiente. Como tudo evolui com o tempo, os princípios da sustentabilidade também se modificaram de 3 R's para 5R's. Percebe-se que face ao crescimento populacional e a urbanização acelerada, tem aumentado muito

a quantidade de resíduo gerado nas cidades. E o descarte é feito de forma aleatória e inadequada, sem respeito com a sustentabilidade do meio ambiente. Isso faz com que prefeituras gastem grande quantidade de recursos públicos na sua coleta, tratamento e disposição final. Descartar esses entulhos a céu aberto ou em aterros sanitários não é a solução mais adequada para o problema. Em vista de todos esses problemas, a alternativa viável é a reciclagem, ou seja, o reaproveitamento ou a reutilização de um material que por um motivo ou outro foi rejeitado, descartado. De todo lixo descartado no Brasil, apenas 2% é reciclado. Tendo em vista todos esses problemas surgiu a política dos 5 R's – reduzir, reutilizar ou reaproveitar, reciclar, repensar e recusar.

Na Figura 7, os princípios vêm para contribuir como instrumento para a solução dos problemas trazidos pelo excesso de lixo. A aplicação desses cinco princípios gera para a sociedade, e também para o meio ambiente muitos benefícios diante do problema ora enfrentado.

Figura7– Os 5 R's



Fonte: <https://vgresíduos.com.br> (2018)

A política dos 5 R's vem para contribuir como instrumento eficaz para solução dos problemas do lixo. De acordo com o Ministério do Meio Ambiente (2017) os 5 R's fazem parte de um processo educativo que objetiva uma mudança de hábitos no cotidiano das pessoas. O principal ponto é levar as pessoas a repensarem seus valores e práticas, reduzindo consumo exagerado e desperdício, com um único

objetivo: preservar o meio ambiente. Como tudo evolui com o tempo, os princípios da sustentabilidade também se modificaram de 3 R's para 5R's. Percebe-se que a face ao crescimento populacional e a urbanização acelerada, tem aumentado muito quantidade de resíduo gerado nas cidades. E o descarte é feito de forma aleatória e inadequada, sem respeito com a sustentabilidade do meio ambiente. Isso faz com que prefeituras gastem grande quantidade de recursos públicos na sua coleta, tratamento e disposição final. Descartar esses entulhos a céu aberto ou em aterros sanitários não é a solução mais adequada para o problema. Em vista de todos esses problemas, a alternativa viável é a reciclagem, ou seja, o reaproveitamento ou a reutilização de um material que por um motivo ou outro foi rejeitado, descartado. No Brasil, cerca de 240 mil toneladas de lixo são produzidas diariamente, sendo que apenas 2% desse lixo é reciclado. Agora se somarmos toda a produção mundial de lixo diário, veremos números assustadores (LOUREDO, 2017, p.01). Tendo em vista todos esses problemas surgiu a política dos 5 R's – reduzir, reutilizar ou reaproveitar, reciclar, repensar e recusar. Esses princípios vêm para contribuir como instrumento para a solução dos problemas trazidos pelo excesso de lixo. A aplicação desses cinco princípios gera para a sociedade, e também para o meio ambiente muitos benefícios diante do problema ora enfrentado. A flexão dessa política vem sendo abordada pelo governo federal por meio de educação ambiental. De acordo com Mota e Alvarez (2012), as práticas dos 5 R's vem ocorrendo no Brasil como educação contínua no fomento da cidadania na conservação e preservação do meio ambiente, por meio de profissional das áreas de educação pública, direcionadas as crianças, estudantes, pais e para toda a sociedade. Além do desenvolvimento de Campanhas e ações pontuais de mobilização e conscientização das pessoas em relação às coletas seletivas, redução da poluição e dos lixos e resíduos, economia de água e energia, leis e diretrizes presentes na Política Nacional de Resíduos sólidos. A política dos 5 R's para reduzir a geração de resíduo foca na mudança de comportamento de cada um e prioriza a redução do consumo consciente e o reaproveitamento. O ponto principal é fazer com que a sociedade repense seus valores e práticas, reduzindo consumo e desperdício, para poder atingir a sustentabilidade ambiental e garantir um futuro ecologicamente correto, é necessário a prática dos 5 R's.

6.1 Repensar

É muito importante repensar hábitos de consumo e descarte. Muitas das vezes por impulso compra-se sem necessidade, por consumismo e isso acaba sendo desperdiçado. O ideal é aproveitar o que tem ao invés de comprar algo novo. É preciso repensar as atitudes tomadas.

Figura 8 – Ato de repensar



Fonte: <https://vgresíduos.com.br> (2018)

Repensar é refletir sobre os processos socioambientais de produção, desde a matéria prima, passando pelas condições de trabalho, distribuição, até o descarte. É preciso repensar nos hábitos de consumo e descarte de resíduos de forma consciente. É importante levar em consideração os impactos causados pela excessiva geração de resíduos, e optar sempre por materiais reutilizáveis e recicláveis. Antes de comprar, sempre repensar:

- a) A empresa realmente precisa? Com essa pergunta é possível evita o exagero e compras sem necessidade.
- b) Do que é feito? É importante saber a origem do produto, para saber se foi produzida de forma ecologicamente correta.

- c) Quem fez? Se o fornecedor cumpriu requisitos básicos que demonstram sua idoneidade e a preocupação com a preservação ambiental.
- d) Qual a qualidade do produto adquirido? Saber se é durável, ou a sua classe de eficiência energética.
- e) Como descartá-lo? Notar se gera muitos resíduos, se esses resíduos são recicláveis, compostáveis ou biodegradáveis, e qual destino após o uso.

6.2 Recusar

Quando se recusa produtos que prejudicam a saúde e o meio ambiente, certamente contribuirá para um mundo mais limpo. Torna-se necessário recusar sacos plásticos, embalagens não recicláveis e tudo mais que venha poluir o meio ambiente, e o comprometimento com a sustentabilidade.

Figura 9 – Ato de recusar



Fonte: <https://vgresíduos.com.br> (2018)

Consiste em não aceitar produtos que causem impacto ambiental. Evitar o consumo exagerado e desnecessário, adquirindo apenas produtos essenciais. A recusa faz com que fornecedores busquem tecnologias que melhorem seus processos que tornem seus produtos menos agressivos ao meio ambiente. E para isso chegam a

buscar certificações para melhorar seus produtos. Como exemplos: ISSO 14001, FSC, ISSO 14024, entre outras.

6.3 Reduzir

Quando se reduz o consumo, evidentemente reduz tudo. Reduzir principalmente na diminuição do lixo. Evita desperdício e melhora a eficiência. Na ordem de gerenciamento de resíduos, reduzir é a segunda prioridade. Existem vários meios de reduzir a quantidade de resíduos enviados para os aterros, desde a com postagem até a reciclagem energética.

6.4 Reutilizar

A maior parte dos produtos pode ter vida útil, se forem reutilizados. Seja papel, madeira, metal, vidro, etc. Com isso se economiza na extração de matérias primas virgens e preserva a natureza

Figura 10 – O ato de reutilizar



Fonte: <https://vgresíduos.com.br> (2018)

Reutilizar dando uma maior utilidade para os produtos que seriam descartados, jogados fora. A ação de reutilizar permite a empresa diminuir seus custos de aquisição, uma vez que não será necessário adquirir a matéria prima para fabricação.

6.5 Reciclar

Atualmente a população está se conscientizando em fazer coleta seletiva, reduzir consumo de água, energia e matéria prima Isso tudo além de contribuir para um mundo mais sustentável, gera renda para milhares de pessoas que vivem da reciclagem.

Figura 11 – O ato de reciclar



Fonte: <https://vgresíduos.com.br> (2018)

Reciclar transformando algo usado em algo totalmente novo, com a mesma característica do velho ou mesmo sendo feito outro produto, sendo assim usado apenas o material para confeccionar o produto reciclado. Na política dos 5 R's o ato de reciclar deve ser o último procedimento utilizado pelas empresas, porque o importante é reduzir o máximo de resíduos gerados. A reciclagem é o processo de transformação dos materiais que podem voltar para seu estado original ou se transformar em outro produto. No Brasil os mais reciclados são as latinhas de alumínio, papel, papelão e plásticos.

6.6 VANTAGENS DA POLITICA DOS 5's

Tanto para o meio ambiente quanto para as empresas os benefícios dessa política são inúmeros. Dentre eles: redução da acumulação de resíduos, evita produção de

novos produtos e consumo de energia, proporciona melhor qualidade de vida, evita sanções ambientais as empresas e melhora a imagem das organizações.

7 ENGENHARIA REVERSA NA CONSTRUÇÃO CIVIL

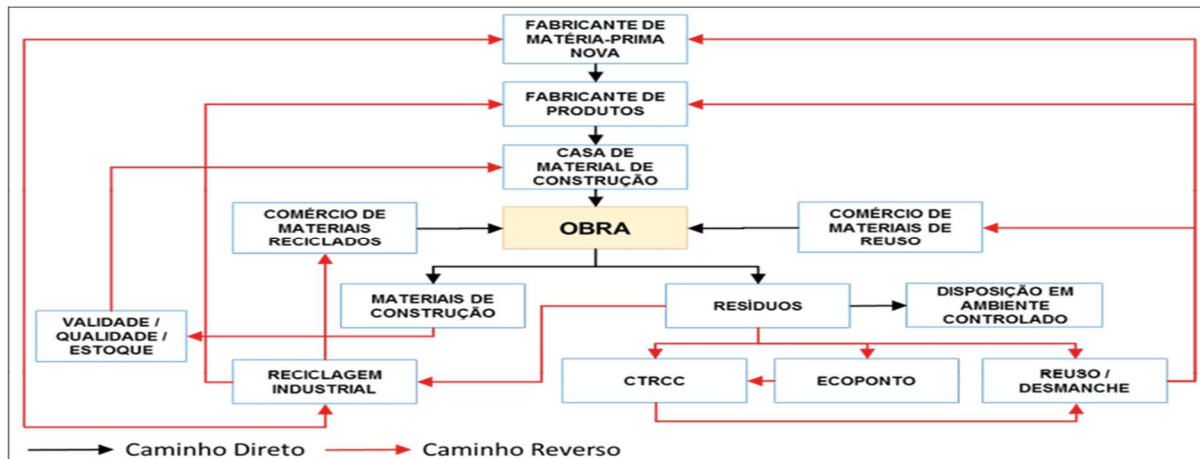
Na maioria das cidades em desenvolvimento do Brasil, é comum encontrar em ruas ou até em terrenos baldios, grandes quantidades de entulhos provenientes de resíduos de construção civil, o que evidencia o desperdício de material, descaso com o meio ambiente, saúde pública, limpeza pública, e com o gasto de energia. Essa destinação feita de forma errada acaba por resultar em problemas sociais e ambientais para a sociedade afetada. Uma forma de corrigir esse impacto seria o reaproveitamento destes materiais, utilizando-os de forma mais produtiva como na recuperação das vias públicas, dentre outras utilidades.

Alguns fatores que propiciam para a geração de resíduos na construção civil são: projetos mal elaborados, mão de obra sem qualificação, e responsável pelo manejo, transporte, armazenamento inadequado de materiais e falta de processos de reutilização e reciclagem no canteiro de obras.

Com a Lei Federal 12.305/2010 que instituiu a PNRS - Política Nacional de Resíduos Sólidos define a logística reversa como um instrumento de desenvolvimento econômico e social. A logística reversa é uma área relativamente nova para as empresas e sociedade, principalmente no Brasil.

Na Figura 12, a implantação da logística reversa na construção civil consiste em uma ferramenta organizacional com o objetivo de viabilizar técnica e economicamente as cadeias reversas de forma a contribuir com a sustentabilidade.

Figura 12 - Logística



Fonte: www.fatec.edu.br/revista (2014)

Torna-se necessário uma melhor compreensão dos fatores determinados por leis ambientais, quanto à falta de comprometimento das empresas construtoras às questões ambientais e sustentáveis, pela constatação do grande volume de resíduos gerados pela construção civil.

A logística é uma área que envolve aquisição, movimentação, armazenagem e entrega de mercadorias na obra. Cabe às empresas cuidar desse estoque de armazenagem e aperfeiçoar o transporte com a finalidade de diminuir desperdício. Ao mesmo tempo em que é vista como fonte de vantagem para a empresa, torna-se um facilitador crítico para atender a visão de competição. Efetividade, eficiência e eficácia são pontos chave para se obter um bom resultado.

Com o aparecimento de restrições legais quanto ao descarte de matérias que podem ser danosos ao meio ambiente, a empresa se vê na obrigação de aumentar a sua atuação na importância da logística reversa. Segundo Roger e Tibben-Lembke (1998, p.2) definem logística reversa como um processo de planejamento, implementação e controle da eficiência e custo efetivo do fluxo de matéria prima, estoque em processo, produtos acabados e as informações correspondentes do ponto de consumo para o ponto de origem com o propósito de recapturar valor ou realizar o descarte adequado.

Na Figura 13 contempla-se os benefícios de uma construção sustentável são muitos, tanto para a natureza, quanto para as pessoas que defendem esse projeto.

Figura 13 - Dimensões de Sustentabilidade



Fonte: www.techoje.com.br(Antonioli 2003)

Em contrapartida há o malefício do alto valor cobrado pelas empresas que realizam esses projetos sustentáveis. Mesmo assim vale mais a pena fazer projetos voltados à engenharia reversa aplicada à sustentabilidade, pois se podem economizar até 70% reutilizando matérias primas já existente no mercado.

Materiais Reutilizáveis

Materiais reciclados de canteiros de obras:

- a) Utilização em pavimentação – forma mais simples de reciclagem de entulho utilizando em pavimentação (revestimentos primários), e em misturas de resíduos com solo;
- b) Utilização como agregado para o concreto – processando o entulho nas usinas de reciclagem pode-se reutilizá-lo como agregado para concreto não estrutural a partir da substituição das convencionais (areia e brita);
- c) Utilização do agregado para confecção de argamassa. Ao ser processada por equipamentos argamasseiras, moem o entulho na própria obra em granulometria, semelhante à areia, e podem ser utilizado como agregado para argamassa de revestimento e assentamento;
- d) Outros usos. Utilização de concreto reciclado com agregado, cascalhamento de estradas, preenchimentos de vazios em construções, preenchimentos em valas de instalações e reforço de aterros.

Na Figura 14, as madeiras de demolição usadas em construções e confecção de móveis, tem um valor importante na redução de resíduos, evitando-se novos cortes de madeira, além de serem reutilizadas, agregam valor no trabalho de artesãos, arquitetos e engenheiros que adotam essa idéia. Na maioria das vezes estão em bom estado ao serem reutilizadas, dão um aspecto rústico.

Figura 14 - Madeiras de demolição



Fonte: www.atitude.sustentavel.com.br (2013)

8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A separação correta e a disposição final dos diferentes tipos de construção civil permitem sua valorização, através da reutilização, reciclagem e a redução de custos. O gerenciamento dos resíduos pelo construtor além de expressar sua responsabilidade ambiental e atuação correta como gerador, é economicamente vantajosa e possibilita um claro avanço dos construtores em seu esforço para imprimir qualidade aos seus processos e produtos.

Dessa maneira, com os resultados vistos, interfere-se que o BIM na gestão de resíduos deve ser mais bem estudado e aplicado pelas empresas responsáveis pelos projetos de arquitetura e engenharia, mas principalmente pelas empresas executoras, que desconhecem sua aplicação prática e acabam por gerir obras custosas financeira e ambientalmente.

Conclui que o uso de BIM (Building Information Modeling) na gestão de resíduos de construção e demolição já é tema de pesquisa de autores que apresentam a modelagem como uma solução para a quantificação destes resíduos, melhorando processos e incorporando aos planos de gestão informações que podem ser acessadas durante todo o ciclo de vida do empreendimento.

A modelagem do BIM na gestão de resíduos de construção é vista como uma solução para quantificação desses resíduos, porque melhora processos e incorpora planos de gestão informações que podem ser acessadas durante todo ciclo de vida do empreendimento. Para diversos autores a indústria da construção civil é apresentada como um setor da economia que responde por uma parcela considerável no processo de degradação do meio ambiente seja pela necessidade de recursos naturais para a fabricação dos seus insumos ou pela alta geração de resíduos inerentes às técnicas construtivas utilizadas. O uso do BIM vem sendo cada dia mais absorvida pelo setor de construção civil. . A criação e utilização de modelos paramétricos possibilitam que simulações sejam realizadas antes da etapa de construção nos canteiros de obra. Diante desse contexto é muito aderente a utilização de ferramentas BIM no processo de quantificação dos resíduos gerados. O

levantamento realizado permite indicar que o desenvolvimento de aplicações baseadas em BIM podem ser instrumentos efetivos de apoio gerencial e estratégico, resultando em incremento de uso de materiais reciclados advindos das atividades de construção. A pouca utilização de softwares BIM com o objetivo de mensuração de resíduos gerados ou mesmo para a gestão efetiva dos resíduos dos canteiros é muito evidente no país.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, A. M. G.; AMORIN, E. F. **Estudo de modelagem estatística aplicada a quantificação de resíduos de construção e demolição para uso em obras viárias.** IX Congresso de Iniciação Científica do IFRN, Currais Novos/RN, p. 2533-2542, 2013.]

BIMDICTIONARY, Verbete. **Building Information Modelling.** Disponível em: Acesso em 1/6/ 2019

BRUM, F. M. **Implantação de um programa de gestão de resíduos da construção civil em canteiro de obra pública: o caso da UFJF.** 2013. 107 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Ambiente Construído, Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, 2013.

CARTILHA DA SMMA. **Plano de Gerenciamento de Resíduos do Município de Curitiba, Nov/2004**

CHENG, J. C. P.; MA, L. Y. H. A. **BIM-based system for demolition and renovation waste estimation and planning.** Waste Management v. 33, n. 6, p. 1539–1551, 2013.

COSTA Formoso, CAMPESTRINI Tiago Francisco, 1ª edição, versão 1.0, Curitiba, Paraná, Brasil, 1998

CRUZ, André Luiz Guerreiro da. **Uma contribuição metodológica para estudo do comportamento do fluxo material em processos construtivos, em obras de edificações, na construção civil. Uma abordagem logística.** Tese de Doutorado em Engenharia de produção – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

EASTMAN, C.; TELCHOLZ, P.; SACKS, R.; LISTON, K. **Manual de BIM: um Guia de Modelagem da Informação da Construção para Arquitetos, Engenheiros,**

Gerentes, Construtores e Incorporadores. 1ª Edição. Porto Alegre: Bookman. 2014 483 p.13.

ELKINGTON, J. Cannibals With Forks. **The Triple Bottom Line of 21st Century Business.** New Society Publishers. Gabriola Island BC: Canada, 1998. 407 p.

GONÇALVES, Sanzio Correia. **Apostila do curso de Tratamento e disposição final de resíduos sólidos urbanos, promovido pelo CREA-CE,** Fortaleza, 2007.

HONDA, R. H. **Subsídios para o planejamento da implantação do sistema de Lean Construction em uma construtora.** 2011. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Engenharia de Produção) - Escola Politécnica da Universidade de São Paulo, Departamento de Engenharia de Produção, São Paulo, SP: 2011.

Instituto Brasileiro de Administração Municipal – IBAM. **Manual de gerenciamento integrado de resíduos sólidos.** 1 st ed. Rio de Janeiro: IBAM; 2001. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE. C

LIBRELOTTO, L. I. **Modelo para avaliação da sustentabilidade na construção civil nas dimensões econômica, social e ambiental (ESA):** Aplicação no setor de edificações. 2005. 371 f. Tese (Doutorado) - Curso de Engenharia de Produção, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

LOUREDO, P. **Educação Ambiental e os 5 R's.** Disponível em <http://educador.brasilecola.uol.com.br/estrategias-ensino/educacao-ambiental-os-5-rs.htm>, Acesso em Junho de 2019.

MASSUKADO, LM. **Sistema de apoio à decisão: Avaliação de cenários de gestão integrada de resíduos sólidos urbanos domiciliares** [dissertation]. São Carlos: Universidade Federal de São Carlos, 2004. 230 p.

MELLO, Michel. **Reutilização de materiais de construção.** Massa Cinzenta , 2010. Disponível em: <<http://www.cimentoitambe.com.br/reutilizacao-demateriais-na-construcao/>>. Acesso em: junho 2019.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. **A política dos 5 R's**. Disponível em <http://www.mma.gov.br/comunicacao/item/9410>,. Acesso em junho de 2019.

MOTA, J. A. ALVAREZ, A. R. (Coordenadores). **Diagnóstico De Educação Ambiental Em Resíduos Sólidos: Relatório de Pesquisa**. 10ª Ed. Brasília: IPEA, 2012.

NOVAES, Marcos de Vasconcelos; MOURÃO, Carlos Alexandre Martiniano do Amaral. **Manual de Gestão Ambiental de Resíduos Sólidos na Construção Civil**, 2008, Fortaleza – CE, 100 páginas.

RESOLUÇÃO CONAMA nº 307, de 5 de julho de 2002. Publicada no DOU nº 136, de 17 de julho de 2002, Seção 1, páginas 95,96

ROGER, D.S.; e Tibben-Lemke. R.S. Going Backwards. **Reverse Logistics Trends and practices** – University of Nevada, Reno, 1998.

SANTO, J. O.; BATISTA, O. H. S.; SOUZA, J. K. S; LIMA, C. T.; SANTOS, J. R.; MARINHO, A. A. **Resíduos da indústria da construção civil e o seu processo de reciclagem para minimização dos impactos ambientais**. Cadernos de Graduação - Ciências exatas e tecnológicas, Maceió: v. 1, n.1, p. 73-84, maio 2014.

SANTOS, Fábio Ricardo. **Logística Reversa de Resíduos de Construção Civil. Uma análise de viabilidade econômica**. São Paulo, 2014

SANTOS, M. C. L. dos; GONÇALVES-DIAS, S. L. F. **Resíduos Sólidos Urbanos e seus Impactos Sócioambientais**. São Paulo: lee-usp, 2012. 82 p.

<https://www.vgresiduos.com.br/blog/porque-aplicar-a-politica-dos-5rs-para-reduzir-a-geracao-de-residuos/> Acesso em junho de 2019