

UNIVERSIDADE SÃO JUDAS TADEU
CURSO DE GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL

BIANCA CHINEN DE ARAÚJO
CHOICE SANTANA POLIZEI
LETICIA DA SILVA SANTOS
PABLO RODRIGUES SILVA
RENATA DE SOUZA PEREIRA

APLICAÇÃO DO BIM NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS NA
CONSTRUÇÃO CIVIL

SÃO PAULO

2021

UNIVERSIDADE SÃO JUDAS TADEU
CURSO DE GRADUAÇÃO DE ENGENHARIA CIVIL

BIANCA CHINEN DE ARAÚJO
CHOICE SANTANA POLIZEI
LETICIA DA SILVA SANTOS
PABLO RODRIGUES SILVA
RENATA DE SOUZA PEREIRA

APLICAÇÃO DO BIM NO GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS NA
CONSTRUÇÃO CIVIL

Trabalho de conclusão de curso
apresentado à Universidade São
Judas Tadeu para obtenção do título
de Engenharia Civil.

Orientador: Profª Tathyana Moratti

SÃO PAULO

2021

FICHA DE APROVAÇÃO

Data: _____

Horário: _____

Sala: _____

Título: _____

Nome completo dos alunos	RA
Bianca Chinen de Araújo	816118205
Choice Santana Polizei	81725060
Letícia da Silva Santos	81613305
Pablo Rodrigues Silva	201508104
Renata de Souza Pereira	816114120

Observações sobre o trabalho:

Professores da Banca examinadora	Assinatura
Tathyana Moratti	
Carlos Eduardo Machado de Oliveira	
Dimas Alan Strauss Rambo	

Resultado: Somente aprovado ou reprovado

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, pela minha vida, por ter me dado a oportunidade de ingressar no ensino superior e por estar ao meu lado em todos os desafios que tive ao longo do curso.

Aos meus familiares, em especial a minha mãe e meu pai, por estarem sempre presentes, me incentivando e apoiando. Ao meu avô (em memória) que me ensinou tanto e estaria muito feliz com esta conquista.

Aos meus amigos mais próximos, por todo apoio e compreensão da minha ausência durante a trajetória acadêmica.

Ao corpo docente, por todo ensinamento, sem dúvidas contribuíram com meu crescimento pessoal e profissional.

A minha orientadora Tathyana, por toda atenção e suporte na elaboração deste trabalho.

Aos colegas do grupo por todo empenho e dedicação que tiveram em busca do nosso objetivo.

Enfim, a todos que me ajudaram direta ou indiretamente para conclusão do curso e realização desse sonho.

Bianca Chinen de Araújo

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à Deus que esteve sempre presente em minha trajetória e que nos momentos mais difíceis, em que pensei em desistir me lembrou do meu propósito.

Agradeço meus colegas da turma, por compartilharem comigo tantos momentos de aprendizado e companheirismo ao longo do percurso, em especial aos integrantes do meu grupo de TCC Letícia, Pablo, Renata e Bianca que foram de extrema importância para que pudéssemos concluir a etapa mais importante do curso.

Agradeço ao meu esposo Everton e ao meu filho Arthur que estiveram comigo em todos os momentos e que puderam compreender minha ausência como mãe, esposa e dona de casa.

Agradeço aos meus pais Simone e Jair pela educação passada, pela formação do meu caráter, pelos valores passados, pela base familiar sólida e por todo esforço e trabalho que eles tiveram para eu pudesse me tornar quem eu sou hoje.

Agradeço minhas irmãs Tais e Fernanda e todos os meus familiares pelo incentivo ao longo dessa jornada.

Agradeço também a nossa professora orientadora Tathyana por todo auxílio e disponibilidade nessa fase final.

Por fim, agradeço a Universidade São Judas Tadeu e todo o corpo docente que de alguma forma fizeram parte da minha formação.

Choice Santana Polizei

AGRADECIMENTOS

Gostaria de agradecer a todos que fizeram parte do meu desenvolvimento pessoal e profissional durante o processo de graduação.

Agradeço, primeiramente a Deus, pela minha vida, saúde e por todos os livramentos nessa pandemia que vivemos.

Agradeço aos meus familiares, principalmente meus pais, Sandra e Anderson, por permanecerem sempre ao meu lado apoiando e incentivando, por todo esforço de proporcionar estudo a mim. Obrigada mãe e pai por serem a minha inspiração e exemplos de determinação. A minha avó Maria de Lourdes sou muito grata por todo carinho e cuidado por mim sempre. E aos meus avós Irineu (em memória), Djalma (em memória) e Delmira (em memória) que estariam muito felizes pela minha conquista.

Agradeço imensamente à minha orientadora, Tathyana Moratti, por toda dedicação, apoio, atenção, conselho e paciência ao longo deste ano.

Agradeço ao professor Carlos pela disponibilidade em ajudar com o desenvolvimento deste trabalho.

Agradeço aos amigos que fiz, Bianca, Choice, Renata e Pablo, os quais tive o prazer em conhecer e fizeram parte deste trabalho ao meu lado.

Agradeço a minha amiga Andressa (em memória), a qual tive o prazer de conhecer no segundo ano de graduação e infelizmente não chegou até o final do curso.

Agradeço aos supervisores e mestres de obra que se disponibilizaram a me ensinar e deram a oportunidade de me desenvolver profissionalmente.

Por fim, agradeço a todos que de algum modo contribuíram para o meu desenvolvimento.

Leticia da Silva Santos

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente à minha família que me apoia desde sempre e principalmente nessa fase desafiadora em minha vida: minha mãe Maria Luisa, que sempre me dedicou muito tempo com coisas simples, como a minha comida do dia a dia para levar para o trabalho e para faculdade; meu Pai, Marcos Antônio, que sempre me deu asas para sonhar; minha vó, Dona Maria, que sempre foi a pessoa mais forte de todo o mundo para mim, minha heroína e exemplo de força; meu tio Carlos, que sempre me motivou a estudar mesmo com a realidade difícil que tive; meus irmãos mais novos Bianca, Juan e Miguel, que me fizeram ter força para abrir portas para eles e ser um exemplo; meu vô, Francisco, Pedreiro, pessoa trabalhadora que fez eu me apaixonar por construção; minha madrastra, Andreia, professora, motivadora e segunda mãe; a meu padrasto, Álvaro, que sempre me apoiou para finalizar os estudos e me deu base financeira para isso; minha namorada Amanda, que me apoiou demais nesse último ano e me trouxe tranquilidade em momentos difíceis; aos meus amigos e colegas que passaram esses anos juntos e enfrentando os mesmos desafios ou me apoiando, Larissa, Mika, Tainara, Kaique, Vinicius, Jorge, Erik e muitos outros que levo para sempre no coração.

Agradeço também à Universidade São Judas que me proporcionou muitos momentos marcantes para o resto da minha vida. Aos professores que me ensinaram, passaram experiências e orientaram. Neste último ano, a professora Tathyana Moratti, nossa orientadora sempre atenciosa e disposta a ajudar, e os professores responsáveis pela matéria de TCC nestes dois semestres, Dimas e Renan. E as colegas deste grupo de TCC, que uniram forças para a escrita deste trabalho: Bianca, Choice, Leticia e Renata, meu eterno obrigado por esse último desafio juntos.

E por último, e não menos importante, a profissão de Garçom nos quatro primeiros anos de faculdade, me ajudando a pagar a Universidade e ajudar minha família.

No demais, sou grato a todos que passaram esses anos juntos, aconselhando, motivando, sorrindo e sofrendo juntos, anos memoráveis e de grande aprendizado.

Pablo Rodrigues Silva

AGRADECIMENTOS

O desenvolvimento deste trabalho de conclusão de curso contou com o auxílio de diversas pessoas, dentre as quais agradeço:

Primeiramente agradeço a Deus, por permitir que eu chegasse até aqui concretizando um dos meus sonhos.

Aos meus pais, irmã e meu namorado, que me incentivaram durante os 6 anos de curso não permitindo que eu desistisse.

A Professora Tathyana, orientadora do trabalho, onde nos auxiliou desde o ano 2020, dando todo apoio necessário para a elaboração deste trabalho, confiando e mantendo o grupo motivado a permanecer com este tema.

Ao Professor Carlos, que através de seus conhecimentos técnicos e toda atenção concedida a nós, permitiu que concluíssemos um dos principais objetivos do trabalho.

E por fim, colegas de grupo que com todo esforço, e colaboração tornaram possível a entrega final do nosso projeto.

Renata de Souza Pereira

RESUMO

A construção civil é destacada por ser um dos setores com maior índice de geração de resíduos sólidos, uma vez que o grande aumento populacional, o processo de urbanização, o desenvolvimento e crescimento das cidades e municípios influenciam diretamente nesta questão através das construções e demolições executadas. Para controlar e monitorar este desperdício de materiais algumas construtoras brasileiras elaboram um plano de gerenciamento de resíduos atendendo à Resolução Nº 307 publicada pelo Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA. Mesmo com este planejamento as obras necessitam de softwares que auxiliem a otimização do gerenciamento, conforme análise do formulário de pesquisa realizado, proporcionando aos profissionais da área formas de garantir a redução deste impacto ambiental gerado por este setor. O presente trabalho tem como propósito demonstrar uma das etapas da gestão de resíduos através da modelagem 3D de um projeto fictício, com a finalidade de obter com maior precisão o volume de resíduos que serão gerados, o percentual de perdas e o custo que será necessário para o descarte. Para tanto, faz-se necessário a utilização de softwares BIM para elaboração do projeto e seleção dos resultados pertinentes a gestão, evitando desta forma a ocorrências dos problemas socioeconômicos relacionados com a ineficiência desse tipo de gestão. Sendo assim, identifica-se a necessidade da implantação de uma gestão de resíduos da construção capaz de planejar as estratégias ainda na fase de projetos, sendo eficaz no processo de separação durante a execução da obra e, finalmente ser assertiva na destinação final desses resíduos.

Palavras-chave: BIM; CONAMA; gestão de resíduos; softwares.

ABSTRACT

Civil construction is highlighted as one of the sectors with the highest rate of solid waste generation, since the large population increase, the urbanization process, the development and growth of cities and municipalities directly influence this issue through the constructions and demolitions carried out . To control and monitor this waste of materials, some Brazilian construction companies prepare a waste management plan in compliance with Resolution No. 307 published by the National Environment Council – CONAMA. Even with this planning, the works need software to help optimize management, according to the analysis of the survey form carried out, providing professionals in the area with ways to ensure the reduction of this environmental impact generated by this sector. This work aims to demonstrate one of the stages of waste management through 3D modeling of a fictitious project, in order to obtain with greater precision the volume of waste that will be generated, the percentage of losses and the cost that will be necessary for the discard. Therefore, it is necessary to use BIM software for project design and selection of results relevant to management, thus avoiding the occurrence of socioeconomic problems related to the inefficiency of this type of management. Thus, it identifies the need to implement a construction waste management capable of planning strategies even in the design phase, being effective in the separation process during the execution of the work and, finally, being assertive in the final destination of these wastes.

Keywords: BIM; CONAMA; waste management; softwares.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Fluxograma da Metodologia do trabalho	21
Figura 3: Dimensões do BIM	26
Figura 4: Frente de Modelo de CTR.....	37
Figura 5: Verso de Modelo de CTR	38
Figura 6: Ciclo do conceito 3 R's.....	39
Figura 7: Layout Projeto Arquitetônico Edifício Residencial	47
Figura 8 - Classificação dos acabamentos conforme suas classes de resíduos	50
Figura 9: Modelagem 3D de 01 (um) apartamento residencial.	51
Figura 10: Modelagem dos acabamentos internos.	51
Figura 11: Inclusão dos parâmetros “Classe CONAMA” e “Índice de Perda” através do comando "Parâmetros de Projeto".	52
Figura 12: Propriedades do revestimento de teto: Forro de Gesso.....	53
Figura 13: Propriedades do revestimento de parede: Argamassa Monocapa.....	53
Figura 14: Propriedades do revestimento de parede: Cerâmica	54
Figura 15: Propriedades de elementos do projeto: Portas de Madeira	54
Figura 16: Inserção dos parâmetros criados para reconhecimento do Autodesk Navisworks Manage	55
Figura 17: Comando “ <i>Quantification</i> ” para extrair os dados do projeto.....	56
Figura 18: Exportação de arquivo do Autodesk Navisworks Manage em planilha excel	56

LISTA DE QUADROS

Quadro 1: Níveis de LOD	27
Quadro 2: Classes de Resíduos, segundo a Resolução do CONAMA nº307	31
Quadro 3: Condições para Coleta dos Resíduos.....	34
Quadro 4: Padrão de Separação dos Resíduos de acordo com o CONAMA	35
Quadro 5: Cuidados e Destinação dos Resíduos	36

LISTA DE TABELAS

Tabela 1:Tema das questões	41
Tabela 2: Levantamento Quali-Quantitativo dos materiais utilizados neste projeto.....	49
Tabela 3: Gestão de Resíduos a partir dos dados obtidos do projeto	57
Tabela 4: Relação de quantidade e custo de caçambas para o projeto	60

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1: Percentual pergunta 1	41
Gráfico 2: Percentual pergunta 2	42
Gráfico 3: Percentual pergunta 3	42
Gráfico 4: Percentual pergunta 4	43
Gráfico 5: Percentual pergunta 5	44
Gráfico 6: Percentual pergunta 6	44
Gráfico 7: Percentual pergunta 7	45
Gráfico 8: Percentual pergunta 8	45
Gráfico 9: Representação da perda unitária dos materiais.	58
Gráfico 10: Representação do índice de perda em relação ao volume total dos materiais.	59

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

NBR - Norma Brasileira Regulamentadora

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas

BIM - *Building Information Modeling*

BDS - *Building Description System*

CAD - *Computer-Aided Design*

CONAMA - Conselho Nacional do Meio Ambiente

PGRCC - Plano de Gerenciamento de Resíduos na Construção Civil

CTR - Controle de Transporte de Resíduos

MTR - Manifesto de Transporte de Resíduos

RCC - Resíduos da Construção Civil

LOD - *Level of Development*

INBEC - Instituto Brasileiro de Educação Continuada

SUMÁRIO

1 Introdução	18
1.1 Justificativa	19
1.2 Objetivos.....	20
1.2.1 Objetivo Geral	20
1.2.2 Objetivos Específicos	20
1.3. Metodologia.....	21
1.3.1 Metodologia da Pesquisa.....	22
2 Revisão Bibliográfica.....	23
2.1 BIM	23
2.1.1 Utilização do BIM.....	25
2.1.2 Níveis do BIM	26
2.1.2.1 Dimensão	26
2.1.2.2 Detalhamento	27
2.1.3 Softwares	28
2.1.3.1 Revit	28
2.1.3.2 Autodesk Navisworks Manage	29
2.2 Legislação e Normas.....	29
2.2.1 Lei Nº 6.938 – Política Nacional do Meio Ambiente.....	29
2.2.2 Lei do Ministério do Meio Ambiente nº 12.305.....	30
2.2.3 Resolução CONAMA nº307.....	30
2.2.4 Lei Nº14.803 - Plano integrado de gerenciamento dos resíduos da construção civil e resíduos volumosos e seus componentes	31
2.2.5 Resíduos sólidos – Classificação ABNT NBR 10.004	32
2.3 Geração e Controle dos Resíduos de Construção Civil.....	32
2.3.1 Origem dos Resíduos	32
2.3.2 Projeto e/ou Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil.....	33
2.3.3 Destinação dos Resíduos	34
2.3.3 Redução, Reutilização e Reciclagem.....	39
2.3.3.1 Redução	39
2.3.3.2 Reutilização	39

2.3.3.3 Reciclagem.....	40
3. Pesquisa Aplicada	41
3.1 Formulário de Pesquisa.....	41
3.2 Projeto fictício	46
3.3 Modelagem	47
3.4 Levantamento Quali-Quantitativo.....	47
3.5 Indicadores de RCC por Serviço.....	48
3.6 Apresentação da Modelagem.....	50
3.6.1 Modelagem 3D no software Autodesk Revit	50
3.6.2 Inserção de todos os parâmetros que serão utilizados em uma determinada família	52
3.6.3 Modelo integrado ao Software Autodesk Navisworks Manage – apresentação do “Quantification” e demonstração das formulações das tabelas ..	55
3.6.4. Extração das informações para o Microsoft Excel	56
4 Resultados e discussões	57
4.1. Resultados	57
5 Discussões.....	61
6 Conclusão	62
7 Referências Bibliográficas	64
8. Apêndices.....	71
APÊNDICE 1	71
APÊNDICE 2	72

1 Introdução

A construção civil é uma das áreas mais importantes para o desenvolvimento econômico de um país, sendo um dos grandes geradores de emprego. O grande crescimento populacional do mundo torna o processo de urbanização extremamente acelerado. A necessidade do desenvolvimento de moradias, saneamento básico, lazer e transporte torna-se imprescindível para o crescimento do país, sendo a construção o braço direito desses pontos. Em contrapartida o setor é um dos maiores produtores de resíduos sólidos, trazendo enormes impactos ambientais. (BOCHENEK, 2012).

A resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) N° 307 publicada em 5 de julho de 2002 definiu novas diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão e gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil (RCC). Com a Lei N° 12.305, de 2 de agosto de 2010, instituindo uma Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispoendo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (BOCHENEK, 2012). Com uma legislação e com parâmetros para toda a gestão de resíduos, ainda assim falta interesse das grandes corporações no tema, pois há falhas de fiscalização, incentivo fiscal além de técnicas mais eficazes nessa gestão.

A Construção 4.0, surgiu com a 4ª Revolução Industrial, como forma de modernizar os processos construtivos, gerando uma redução no custo, aumento da produtividade e ganho de tempo. É possível definir a mesma em duas características: a digitalização que está relacionada ao uso de acesso a dados digitais, automação e conectividade e a “servitização”, a qual vincula-se à evolução desde serviços com baixa digitalização (serviços manuais) para serviços altamente integrados (OVIEDO-HAITO; MORATTI; CARDOSO, 2009). Um dos conceitos utilizados na indústria 4.0 é o Building Information Modelling (BIM), que será um tema abordado neste trabalho.

O BIM ou como é identificado pela ABNT (Associação Brasileira de Normas Técnicas) Modelagem da informação da Construção é um conceito para um processo de trabalho onde toda a área da construção (arquitetos, engenheiros e construtores) planeja e cria modelos virtuais integrados a um banco de dados com todas as informações desde orçamento, previsão de etapas, materiais, suas características, entre outras. É um processo que reúne diversas disciplinas da construção integrando projetos e ideias, assim garantindo um conhecimento agregado de todos em uma única fonte de dados

(CARVALHO; SCHEER, 2015). A qualidade e a precisão dessas informações trazem um poder de decisão maior utilizando *softwares* de simulação e levantamento ainda mais preciso de materiais.

A elaboração deste trabalho tem como finalidade contribuir significativamente com questões ambientais e socioeconômicas no âmbito da geração dos resíduos na construção civil. O seu propósito é usufruir de recursos tecnológicos a fim de promover um melhor gerenciamento e manuseio dos dados obtidos, além de facilitar o trabalho manual. Para tanto, faz-se necessário a utilização de softwares BIM, como: Autodesk Revit, para modelagem do projeto em 3D e inserção dos parâmetros a serem analisados e Autodesk Navisworks Manage, para realizar a compilação de todas as informações pertinentes ao gerenciamento.

1.1 Justificativa

O desenvolvimento socioeconômico, como o crescimento de grandes centros e o processo de urbanização, afeta diretamente a geração de resíduos no Brasil, causando impactos ambientais e sociais. Com isso, a construção civil é apresentada como responsável por cerca de 61% dos resíduos sólidos urbanos gerados no Brasil (DEGANI, 2017).

Após a 4ª Revolução Industrial a tecnologia vem ocupando cada vez mais espaço no mundo. Deste modo foi necessário investir em novos *softwares* na construção civil visando melhorar a gestão, desde a fase do projeto até a entrega do produto (SILVA, *et al.*, 2018).

Devido às altas taxas de geração de resíduos provindas do setor da construção civil e a falta de compatibilidade em projetos, tornou-se ainda mais necessário a utilização de recursos computacionais proporcionados pela Construção 4.0. (MONTEIRO *et al.*, 2017). O conceito BIM e seus *softwares* permitem identificar a origem da geração dos resíduos de modo a reduzi-los e estimar o volume de entulhos em todas as etapas construtivas, identificando em qual delas há maior tendência de gerar sobras (MATEUS; SOUZA JR, 2019).

Existem muitos benefícios na utilização do conceito BIM na construção civil, sendo alguns deles: padronização, organização, aumento da produtividade e redução de custos. O maior desafio para a implantação desse conceito é a ausência de cultura digital

e treinamentos específicos nas empresas de engenharia e construção em todo o mundo (SILVA, *et al.*, 2018).

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo Geral

O presente trabalho tem como objetivo geral apresentar uma das etapas da gestão de resíduos; sendo esta identificar os materiais que possuam o menor índice de perda, estimar o volume total de resíduos gerados e realizar o quantitativo das caçambas necessárias para disposição na fase de acabamentos de um apartamento, através da modelagem 3D com *softwares* que utilizam o conceito BIM (Autodesk Revit e Autodesk Navisworks Manage) e um software complementar, o Microsoft Excel.

Por fim, serão apresentadas sugestões para uma melhor aplicabilidade do BIM no gerenciamento e redução de perdas de material, e consequentemente, reduzir a quantidade de resíduos gerados dentro do canteiro de obra.

1.2.2 Objetivos Específicos

- I. Realizar a fundamentação teórica de todos os temas que serão apresentados, tais como: gestão dos resíduos na construção civil, BIM, resolução CONAMA nº307, 3 R's, legislações e normas específicas do tema.
- II. Identificar como são realizadas as etapas do processo de gestão dos resíduos atualmente nos canteiros de obra, por meio de um questionário de pesquisa online com profissionais da área.
- III. Utilizar como base as informações obtidas de uma pesquisa (*survey*) realizada por meio de um formulário, para conhecimento da opinião de profissionais na área da construção civil a respeito da aplicação do conceito BIM voltado à gestão dos resíduos quando comparado com o método convencional.
- IV. Sugerir alternativas para melhoria no processo de gestão de resíduos no canteiro de obra através de software de modelagem BIM, a fim de unificar condutas existentes com a indústria 4.0 para construção civil.

1.3. Metodologia

Esta é uma pesquisa aplicada ao setor da construção civil, em que apresenta um levantamento quali-quantitativo de um projeto fictício elaborado através de *softwares* BIM, focado na otimização da prática de gestão de resíduos gerados em obras. A Figura 1 representa as etapas compostas para a metodologia deste trabalho.

Figura 1: Fluxograma da Metodologia do trabalho



Fonte: Elaborada pelos autores

1.3.1 Metodologia da Pesquisa

A ideia inicial do trabalho formou-se a partir da união do tema Gestão de Resíduos embasada na Indústria 4.0. Através das referências bibliográficas citadas, obtidas em artigos científicos, teses e outras fontes de informação, pode ser constatado que o elo entre esses dois temas seria o conceito BIM, possibilitando a coleta de dados através dos seus *softwares* gerando uma redução nos resíduos gerados nas obras.

Após esta etapa, consultou-se um Plano de Gerenciamento de Resíduos na Construção Civil (PGRCC) de uma obra real com a finalidade de obter o conhecimento das principais informações contidas neste documento relacionados à estimativa de resíduos gerados.

Estudou-se a metodologia de execução do PGRCC para identificação dos procedimentos que necessitavam de melhorias, como o tempo gasto para elaboração e a falta de precisão. Em seguida, aplicou-se o conceito do BIM na elaboração e otimização de uma das fases compostas no PGRCC dita pelo levantamento quantitativo de materiais, através da modelagem do projeto fictício conforme citado anteriormente.

Ao final, é apresentada uma comprovação da eficácia da modelagem no BIM antes mesmo do início da obra para otimizar as práticas de gestão de resíduos, colaborando com os custos gerais envolvidos e com o meio ambiente, levando em consideração que o ramo da construção civil é um dos principais geradores de resíduos sólidos no mundo.

2 Revisão Bibliográfica

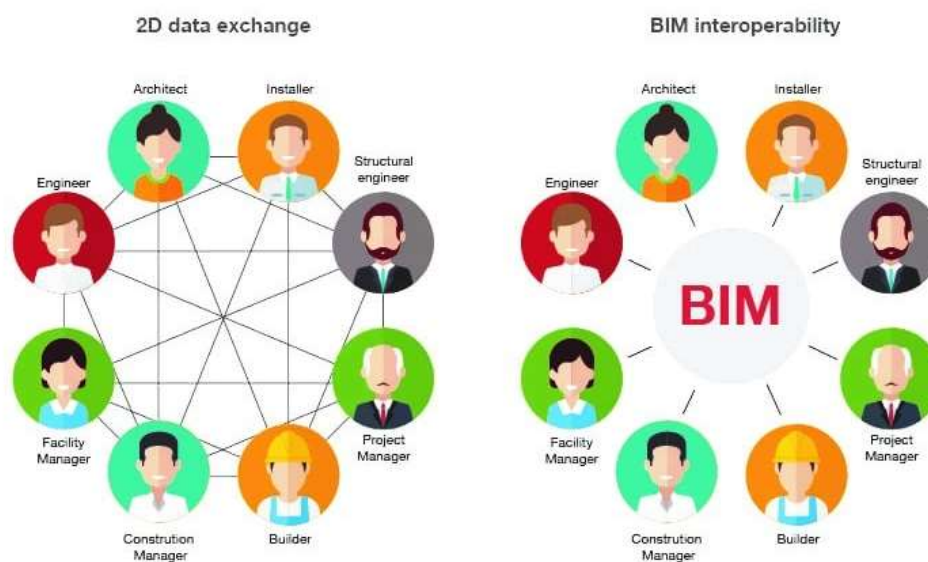
2.1 BIM

Com a 4ª Revolução Industrial, surgiu uma inovação tecnológica que faz uma automatização, viabilizando o trabalho colaborativo e integrado, possibilitando, também, tornar a execução das atividades cada vez mais precisa e rápida, desde a criação e desenvolvimento até a construção e operação (FERREIRA JR; CORRÊA; 2019).

Para o setor da Construção Civil foi desenvolvido o BIM, derivado de BDS criado por Eastman. Conhecido como um software capaz de simular o resultado de um projeto baseado em modelos inteligentes com realidade virtual e aumentada, eliminando a construção de maquetes físicas. Permite a visualização de uma obra através da interligação de todas as disciplinas, prevendo os possíveis erros de cada etapa de construção ainda na fase de projeto e facilitando a comunicação entre as partes, como ilustrado na Figura 1 (CAVALCANTI *et al.*, 2018).

A capacidade de detectar interferências na fase inicial dos projetos reflete positivamente durante a etapa construtiva, obtendo uma redução no orçamento da obra, além de diminuir a quantidade de resíduos sólidos gerados.

Figura 2: Comparação da interação entre projetos 2D e BIM



Fonte: Darós (2019)

A Figura 2 demonstra como o BIM proporciona a unificação das ideias em diferentes setores da engenharia, evitando possíveis erros por falta de compatibilização dos projetos e compara a sua utilização com o modelo convencional de uma empresa.

De acordo com a Estratégia BIM BR (2021), sua utilização eleva o nível de confiabilidade dos projetos, facilitando o planejamento, gerando um melhor controle da obra, aumento de produtividade, diminuindo riscos e custos relacionados às construções.

Na abordagem atual, todos os problemas são identificados depois do acontecido, e nesse meio tempo, há desperdício de recursos. Se todo o sistema industrial estivesse conectado e monitorado, seria possível programar alertas, dar o suporte às máquinas antes de falharem, e ainda, monitorar em tempo real e diagnosticar de forma mais rápida os problemas. Com essa visão, abre-se uma oportunidade para os empreendedores na criação de serviços de manutenção inteligente e prevenção de falhas na linha de produção (GRILLETI, 2020).

O BIM não é apenas uma inovação tecnológica, mas também uma mudança significativa nos processos globais da indústria da construção civil. Atualmente está sendo gradualmente usado para atingir metas de desempenho de gerenciamento de projeto, construção e instalações (Oliveira *et al.*, 2020 apud DENG *et al.*, 2019; LAGÜELA *et al.*, 2013; RAZAVI; HAAS, 2010; SHEN; HAO; XUE, 2012).

Levando em consideração os benefícios às dimensões política, econômica, ambiental, cultural e social, sob a premissa do desenvolvimento sustentável, pois altera as formas de consumo, comércio e produção, no Brasil, o governo brasileiro está criando políticas de inserção desse setor na Indústria 4.0, e uma delas é a Estratégia BIM-BR (CAVALCANTI *et al.*, 2018 apud BRASIL, 2018a), almejando os seguintes resultados (CAVALCANTI *et al.*, 2018 apud BRASIL, 2018b):

- ✓ Aumento da produtividade;
- ✓ Melhorar a qualidade nas obras públicas;
- ✓ Aumentar a assertividade no planejamento de execução de obras proporcionando maior confiabilidade de cronogramas e orçamentos;
- ✓ Contribuir com ganhos em sustentabilidade por meio da redução de resíduos sólidos da construção civil;
- ✓ Contribuir com a melhoria da transparência nos processos licitatórios;
- ✓ Elevar o nível de qualificação profissional na atividade produtiva.

Este trabalho visa contribuir com as questões sustentáveis, tendo em vista que este recurso proporciona um reconhecimento do volume dos resíduos que serão gerados antes

mesmo da construção, o que promove um maior controle e consequentemente a diminuição dos entulhos expostos ao meio ambiente.

De acordo com a pesquisa realizada pelo Sienge e a Grant Thornton (2020), onde apenas 38,4% das construtoras já usam *softwares* com conceito BIM. Das que ainda não usam, 70% têm intenção de adotar a metodologia nos próximos dois anos.

De acordo com o INBEC (2020), o uso do BIM está se tornando obrigatório em todo o território nacional, a partir de 2021, previsto no Decreto N° 10.306 de 2020, sendo dividido em 3 etapas:

✓ **A partir de janeiro de 2021:** obrigatório o uso do BIM para a elaboração de projetos de Arquitetura e Engenharia das disciplinas de estrutura, hidráulica, AVAC e elétrica na detecção de interferências, no levantamento quantitativos e na geração de documentação gráfica;

✓ **A partir de janeiro de 2024:** exigência da utilização desse modelo para as etapas de planejamento, orçamento e na documentação com informações de construção (“*as built*”);

✓ **A partir de janeiro de 2028:** obrigatoriamente abranger todo o ciclo de vida da obra ao considerar atividades do pós-obra. Será aplicado, no mínimo, nas construções novas, reformas, ampliações ou reabilitações, quando consideradas de média ou grande relevância, nos usos previstos na primeira e na segunda fases e, além disso, nos serviços de gerenciamento e de manutenção do empreendimento após sua conclusão.

2.1.1 Utilização do BIM

O crescimento populacional, o desenvolvimento econômico e a utilização de tecnologias inadequadas, aumentam a quantidade diária de resíduos enviados aos aterros. Diante do cenário atual do país, com grande número de obras e a criação de leis como a do Meio Ambiente Lei N° 12.305/10 é fundamental o planejamento de geração e quantificação mais precisa dos resíduos além de indicadores de sustentabilidade para que haja uma simulação antes da execução da obra objetivando a redução destes resíduos (CARVALHO; SCHEER, 2015).

De acordo com o plano de estratégia 2025 do Governo Britânico para construção civil, o BIM será um conceito de grande potencial para reduzir a geração de resíduos ainda na etapa de elaboração de projetos (AUGUSTO, 2019). Sua utilização desde o

início do desenvolvimento do projeto ofereceria muitos dados relevantes para a gestão dos resíduos de forma efetiva nas demais etapas.

O BIM não é apenas um modelo tridimensional, como muitos pensam. O modelo representa os elementos que existem na realidade, além de características físicas e propriedades específicas do material, facilitando a visualização de como a construção irá comportar-se quando construída. O modelo torna-se, então, provedor de dados para os colaboradores do projeto, facilitando a interoperabilidade e a comunicação entre as partes (LOBANOVA, 2017, apud MARTINS, 2018).

A estruturação da informação em um projeto é imprescindível para o sucesso do produto, decorrendo logicamente de um estágio de mais incerteza para um de maior complexidade (MANZIONE, 2013, apud MARTINS, 2018).

Dado o exposto, nota-se a importância da aplicabilidade do conceito, visto que, ele consegue atuar em todo ciclo de vida do projeto e pode ser aplicado em qualquer tipo de empreendimento, se comportando como um grande facilitador e visando à Sustentabilidade. Além disso, atualmente um profissional que possui conhecimento na linguagem BIM será valorizado pelo seu grande potencial em implantar este conceito que faz total diferença nas empresas.

Para tanto, foram desenvolvidos níveis de detalhamento de um projeto no BIM variando desde os estudos básicos para estimativas preliminares até a etapa de manutenções, operações e *as built* (GARIBALDI, 2020).

2.1.2 Níveis do BIM

2.1.2.1 Dimensão

O BIM muitas vezes é confundido com apenas um modelador 3D, porém vai muito além disso. Há níveis de dimensões, conforme demonstrado na Figura 3.

Figura 2: Dimensões do BIM



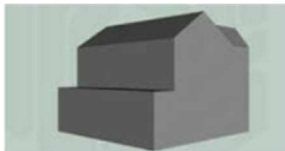

Fonte: Darós (2019).





- ✓ 3D: Visualização do projeto em três dimensões (altura, largura e profundidade), facilitando o entendimento e detalhamento do empreendimento, diminuindo falhas;
- ✓ 4D: Elaboração do cronograma com ritmo de produção, permitindo visualizar o tempo de cada ciclo, comparando o avanço físico com o planejado;
- ✓ 5D: Adição de custo aos quantitativos extraídos do modelo 3D, possibilitando a elaboração de orçamentos, com melhor controle de custos e visualizar o impacto das mudanças;
- ✓ 6D: Execução de obras mais inteligentes e sustentáveis vinculado ao processo de eficiência energética;
- ✓ 7D: Permite o gerenciamento de manutenção e garantia dos equipamentos, mantendo a informação de características técnicas e vida útil;
- ✓ 8D: Prevenção de acidentes na construção civil, visando segurança e saúde;
- ✓ 9D: Construção enxuta, minimizando desperdício sem diminuir a produtividade, além de agregar na entrega do produto;
- ✓ 10D: Alinhar todas as informações necessárias durante o ciclo de vida de um empreendimento em um único banco de dados, com ferramentas digitais e construção industrializada (DARÓS, 2019).

2.1.2.2 Detalhamento

Level of Development (LOD) é definido como Nível de Detalhamento, envolvendo detalhe, precisão e informação, onde estes níveis variam de 100 a 500, do básico ao mais altamente especificado, possibilitando que o projetista decida até que ponto o modelo 3D será informação precisa para o usuário (GARIBALDI, 2020).

Quadro 1: Níveis de LOD

LOD	FUNÇÃO	FASE	ILUSTRAÇÃO
100	Indicando área, altura, volume, localização e orientação do projeto em massa	Estudo preliminar	
200	Alocação de espaço para coordenação entre as disciplinas	Anteprojeto	

300	Especificação de quantidade, tamanho, forma, localização e orientação	Projeto legal	
350	Coordenação entre ambientes e interface entre disciplinas	Projeto básico	
400	Informações de fabricação, montagem e instalação	Projeto executivo	
500	Pós obra: operação, manutenção e <i>as built</i>	Obra concluída	

Fonte: Elaborado pelos autores (Adaptado de GNECCO, 2018)

O Quadro 1 aborda os níveis de detalhamento que um projeto pode ter desde o estudo preliminar, indicando os princípios básicos até uma obra concluída. É natural que um projeto ofereça diferentes níveis LODs ao mesmo tempo.

2.1.3 Softwares

2.1.3.1 Revit

O Autodesk Revit é um software de BIM da empresa norte americana Autodesk, que apresenta a união das disciplinas de arquitetura, engenharia e construção num ambiente de modelagem unificado com compartilhamento de trabalho em nuvem, permitindo detalhamento dos componentes e visualização 3D (ARCHANJO, 2018).

Todos os objetos que você poderá usar para criar seu projeto estão organizados em um sistema de classificação que tem o nome de Famílias (GASPAR; TURRI, 2015). Cujas principais responsabilidades são representar cada elemento constituinte no projeto como as portas, janelas, pisos, entre outros.

Percebe-se, portanto, que para a elaboração da visualização 3D em Revit é importante que se tenham algumas definições iniciais, que podem ser em grande quantidade, evidenciando a capacidade de personalização do projeto. Para que os detalhes da modelagem fiquem mais claros podemos citar como etapas de execução: (ARCHANJO, 2018):

- ✓ Especificações de revestimento interno;

- ✓ Especificação de revestimento externo;
- ✓ Especificações de louças;
- ✓ Especificações de mármore e granitos;
- ✓ Especificações de esquadrias de alumínio, ferro e madeira;
- ✓ Especificações de vidros;
- ✓ Paisagismo.

O Revit é uma ferramenta BIM poderosa que permite aos usuários finais usar o processo baseado em modelo inteligente para planejar, projetar, construir e gerenciar edifícios e infraestrutura (GE; LIVESEY; WANG; HUANG; HE; ZHANG, 2017).

2.1.3.2 Autodesk Navisworks Manage

Este por sua vez é um *software* com conceito BIM para análise de projeto, a fim de melhorar a coordenação de modelagem, além de identificar e solucionar conflitos entre as disciplinas antes do início da construção (FARIAS, 2020). Permite a criação de cronogramas através da simulação das atividades, estimando o tempo necessário para cada ciclo e o levantamento de quantitativo, possibilitando, também, a exportação da planilha.

2.2 Legislação e Normas

Este capítulo visa apresentar as principais normas e leis vigentes que regem a gestão de resíduos no país. O foco das informações apresentadas é no âmbito federal, pois estas são válidas em todos os estados sendo que entre um e outro possam ter considerações diferentes.

2.2.1 Lei Nº 6.938 – Política Nacional do Meio Ambiente

Em 1980 a temática da responsabilidade civil sobre o assunto do direito ambiental surgiu devido à falta de inoperância dos mecanismos de direito público. O Código Civil de 1916 era ineficaz e também incapaz de intimidar as condutas dos degradadores potenciais (MORATO; CARDOSO, 2006).

Em 31 de agosto de 1981 surge a Lei Nº 6.938 que estabeleceu as bases para uma Política Nacional do meio ambiente representando assim um grande avanço na responsabilidade civil ambiental (MORATO; CARDOSO, 2006). A partir dela, a responsabilização do degradador ambiental deixou de exigir a comprovação de culpa, bastando, para a imposição de sanção, a constatação da existência de apenas três

elementos: conduta, lesão ambiental e nexo de causalidade (entre o ato e o dano ambiental).

No Art. 1º da Lei Nº 6.938 com fundamento nos incisos VI e VII do art. 23 e no art. 235 da Constituição, estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, constitui o Sistema Nacional do Meio Ambiente (Sisnama) e institui o Cadastro de Defesa Ambiental. E no Art. 2º da Lei Nº 6.938 ela descreve seu objetivo que são a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia a vida, visando assegurar, no País, condições ao desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana atendendo alguns princípios estabelecidos pela mesma (MORATO; CARDOSO, 2006).

A Lei Nº 6.938, de 31 de agosto de 1981, por seu turno, estabeleceu as bases da Política Nacional do Meio Ambiente e representou grande avanço na responsabilidade civil ambiental. A partir dela, a responsabilização do degradador ambiental deixou de exigir a comprovação de culpa, bastando, para a imposição de sanção, a constatação da existência de apenas três elementos: conduta, lesão ambiental e nexo de causalidade (entre o ato e o dano ambiental). A Lei, portanto, consagrou um regime autônomo de responsabilização civil ambiental – o da responsabilidade objetiva, ou por risco. (MORATO; CARDOSO, 2006).

2.2.2 Lei do Ministério do Meio Ambiente nº 12.305

Com a Lei Nº 12.305, de 2 de agosto de 2010, instituindo uma Política Nacional de Resíduos Sólidos, dispondo sobre seus princípios, objetivos e instrumentos, bem como sobre as diretrizes relativas à gestão integrada e ao gerenciamento de resíduos sólidos, incluídos os perigosos, às responsabilidades dos geradores e do poder público e aos instrumentos econômicos aplicáveis (SGANDERLA *et al.*, 2020).

2.2.3 Resolução CONAMA nº307

A resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA) nº 307 publicada em 5 de julho de 2002 definiu novas diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão e gerenciamento dos Resíduos de Construção Civil (RCC), (SGANDERLA *et al.*, 2020). A resolução define quatro classes de resíduos com a perspectiva de facilitar o conhecimento e entendimento da população, além de definir os responsáveis sendo os geradores, que são pessoas, físicas ou jurídicas, públicas ou privadas, responsáveis por

atividades ou empreendimentos que gerem os resíduos definidos na resolução nº 307 (BRASIL,2002). O Quadro 2 apresenta as classes de resíduos conforme a Resolução e alguns exemplos.

Quadro 2: Classes de Resíduos, segundo a Resolução do CONAMA nº307

CLASSE	DESCRIÇÃO	EXEMPLO
A	São os resíduos reutilizáveis ou recicláveis	Agregados, tijolos, blocos, telhas e revestimentos cerâmicos e argamassa
B	São os resíduos recicláveis para outras destinações	Plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras, embalagens vazias de tintas imobiliárias e gesso
C	São os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação	Espumas expansivas, fitas de amarração de blocos de concreto e telas de proteção
D	São resíduos perigosos oriundos do processo de construção	Tintas, solventes, óleos e outros ou aqueles contaminados ou prejudiciais à saúde oriundos de demolições, reformas e reparos de clínicas radiológicas, instalações industriais e outros, bem como telhas e demais objetos e materiais que contenham amianto ou outros produtos nocivos à saúde

Fonte: Elaborada pelos autores (Adaptado da Resolução CONAMA nº 307)

O Quadro 2 aborda as classes de resíduos de acordo com a classificação da Resolução do CONAMA e o que abrange em cada uma delas.

A resolução nº431 de 2011 altera a Classe B sendo esses os resíduos recicláveis para outras destinações, tais como: plásticos, papel, papelão, metais, vidros, madeiras e gesso e a Classe C sendo estes os resíduos para os quais não foram desenvolvidas tecnologias ou aplicações economicamente viáveis que permitam a sua reciclagem ou recuperação. E finalmente a resolução nº 448 de 2012 altera alguns artigos de definição de descarte, entre outros sobre a gestão de resíduos.

2.2.4 Lei Nº14.803 - Plano integrado de gerenciamento dos resíduos da construção civil e resíduos volumosos e seus componentes

Conforme Lei Nº 14.803, o plano integrado de gerenciamento dos resíduos da construção civil e resíduos volumosos e seus componentes, o programa municipal de gerenciamento e projetos de gerenciamento de resíduos da construção civil conforme previstos na resolução Conama nº 307/2002, disciplina a ação dos geradores e transportadores destes resíduos no âmbito do sistema de limpeza urbana do município de São Paulo e dá outras providências.

2.2.5 Resíduos sólidos – Classificação ABNT NBR 10.004

A norma ABNT NBR 10.004 tem como objetivo a classificação dos resíduos sólidos. Esta Norma classifica os resíduos sólidos quanto aos seus riscos potenciais ao meio ambiente e à saúde pública, para que possam ser gerenciados adequadamente, não abrangendo resíduos radioativos, sendo as classes:

a) Resíduos classe I - Perigosos

São os que apresentam periculosidade, que possuem características físicas, químicas ou infecto contagiantes que podem apresentar risco a saúde pública e risco ao meio ambiente;

b) Resíduos classe II – Não perigosos

Os resíduos dessa classe se encontram no Anexo H da norma, entre eles há resíduos de madeira, materiais têxteis, minerais não metálicos, areia de fundição, bagaço de cana e outros resíduos não perigosos. Também, são divididos em não inertes e inertes;

c) Resíduos classe II A – Não inertes

Aqueles que não se enquadram nas classificações de resíduos classe I - Perigosos ou de resíduos classe II B - Inertes, nos termos da Norma. Os resíduos classe II A – Não inertes podem ter propriedades, tais como: biodegradabilidade, combustibilidade ou solubilidade em água;

d) Resíduos classe II B – Inertes

Quaisquer resíduos que, quando amostrados de uma forma representativa, segundo a ABNT NBR 10007, e submetidos a um contato dinâmico e estático com água destilada ou deionizada, à temperatura ambiente, conforme ABNT NBR 10006, não tiverem nenhum de seus constituintes solubilizados a concentrações superiores aos padrões de potabilidade de água, excetuando-se aspecto, cor, turbidez, dureza e sabor, conforme anexo G.

2.3 Geração e Controle dos Resíduos de Construção Civil

2.3.1 Origem dos Resíduos

Os principais motivos pela perda de material e aumento de resíduos gerados nas obras são (SOUZA *et al.*, 2018):

✓ Superprodução: falha no levantamento de material, gerando quantidades superiores às necessárias e, conseqüentemente, perda de material, mão de obra e equipamentos;

✓ Manutenção de estoque: a falta de planejamento, erros de orçamento ou programação de entrega de material inadequada, os engenheiros costumam adquirir grande quantidade de material para que a produção não pare, ocasiona perda de material pelo elevado volume nos estoques, visto que diminui o cuidado com o manuseio do mesmo;

✓ Transporte: caminho de transporte interno de material obstruído causa dificuldade para locomoção, aumentando a quantidade de perda de material e resíduos gerados;

✓ Movimento: falta de organização ou layout mal realizado impacta diretamente na produção de resíduos, visto que a movimentação desnecessária durante a operação pode causar perda de material;

✓ Espera: um planejamento mal executado ocasiona falta sincronismo entre fornecimento de material, quantidade de trabalhadores e ritmo de produção, impactando na preparação de argamassa, por exemplo, e falta de tempo para finalizar, resultando em perda de material;

✓ Produtos defeituosos: a falta de especificação e detalhamento nos projetos ou utilização de material de qualidade inferior gera perdas de produção, aumentando a perda de material e, conseqüentemente, aumento de resíduos gerados;

✓ Processamento: execução inadequada na produção dos materiais originam processamentos desnecessários, aumentando a geração de resíduos com a perda de material;

✓ Substituição: emprego de mão-de-obra com melhor qualificação que a necessária. A falta de experiência na tarefa pode gerar perda de material.

2.3.2 Projeto e/ou Plano de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil

O PGRCC funciona como um importante indicador para subsidiar um empreendimento quanto aos aspectos referentes à coleta, correta segregação e destinação ambientalmente adequada de resíduos (VASCONCELOS, 2016).

Conforme Art 9º da Resolução Conama nº307, os Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil deverão contemplar as seguintes etapas:

I. Caracterização: nesta etapa o gerador deverá identificar e quantificar os resíduos;

II. Triagem: deverá ser realizada, preferencialmente, pelo gerador na origem, ou ser realizada nas áreas de destinação licenciadas para essa finalidade, respeitadas as classes de resíduos estabelecidas no art. 3º desta Resolução;

III. Acondicionamento: o gerador deve garantir o confinamento dos resíduos após a geração até a etapa de transporte, assegurando em todos os casos em que seja possível, as condições de reutilização e de reciclagem;

IV. Transporte: deverá ser realizado em conformidade com as etapas anteriores e de acordo com as normas técnicas vigentes para o transporte de resíduos;

V. Destinação: deverá ser prevista de acordo com o estabelecido nesta Resolução.

2.3.3 Destinação dos Resíduos

Os problemas associados à gestão dos RCC, na maior parte das vezes, estão associados às deposições irregulares e os “bota-foras” clandestinos. Muitas vezes estes locais tornam-se pontos para deposições de resíduos domiciliares, industriais e outros. Entre os principais impactos ambientais que podem ser descartados estão os impactos relativos à poluição do solo e poluição hídrica quando depositados próximos de rios e córregos, comprometendo a estabilidade das encostas e consequentemente a drenagem urbana (LEITE, 2015).

No Brasil, atualmente, as construtoras realizam a separação dos resíduos gerados com caçambas e/ou big bags separadas para cada tipo de material (AMLURB, 2018).

Quadro 3: Condições para Coleta dos Resíduos

Classe	Tipo de Resíduo	Acondicionamento
A	Concreto, Argamassa	Caçamba estacionária
	Solo	Caminhão basculante
B	Papel, plástico, madeira, vidro, metal	Bag, bombona, tambor, baia ou caçamba estacionária
	Gesso	Caçamba estacionária
C	Lã de vidro, lã de rocha	Bombona com etiqueta de identificação por risco de reação urticante
	Espuma expansiva	Bag, bombona ou tambor
D	Telhas de amianto	Baia (inteiras) ou caçamba (quebradas)
	Tinta, óleo, solvente, verniz	Tambor

Fonte: Elaborada pelos autores (Adaptada AMLURB, 2018)

O Quadro 3 aborda os principais tipos de resíduos gerados e seu acondicionamento inicial para o transporte. Nota-se que para cada classificação de resíduos há uma forma de disposição.

Quadro 4: Padrão de Separação dos Resíduos de acordo com o CONAMA

Cor	Tipo de Resíduo
Azul	Papel/Papelão
Vermelho	Plástico
Verde	Vidro
Amarelo	Metal
Preto	Madeira
Laranja	Perigosos
Branco	Hospitalares
Roxo	Radioativo
Marrom	Orgânico
Cinza	Não Reciclável

Fonte: Elaborada pelos autores (Adaptada Resolução 275 do CONAMA)

O Quadro 4 representa como os resíduos são separados por cores dependendo do tipo de material de acordo com o CONAMA. Essa separação permite que os resíduos estejam isolados por categoriais, facilitando no momento da destinação para o descarte.

Quadro 5: Cuidados e Destinação dos Resíduos

Tipo de Resíduo	Cuidados	Destinação
Concreto, argamassa, blocos cerâmicos, tijolos	Preparação para reciclagem, de modo a permitir seu aproveitamento como agregado	Áreas de reciclagem licenciadas pelos órgãos competentes
Madeira	Garantir que a serragem seja separada dos demais resíduos de madeira	Locais de reciclagem de madeira ou uso como combustível em caldeira ou fornos
Plástico	Máximo aproveitamento do produto contido e limpeza das embalagens	Locais de coleta seletiva que comercializam ou reciclam estes resíduos
Papelão	Proteger de intempéries	Locais de coleta seletiva que comercializam ou reciclam estes resíduos
Metal	Máximo aproveitamento do produto contido e limpeza das embalagens	Locais de coleta seletiva que comercializam ou reciclam estes resíduos
Serragem	Ensacar e proteger de intempéries	Reutilização em superfícies impregnadas com óleo para absorção e secagem ou compostagem
Gesso	Proteger de intempéries	Indústria gesseira que comercializa ou recicla este resíduo
Solo	Examinar a caracterização prévia dos solos para definir destinação	Desde que não estejam contaminados, destinar a aterros devidamente licenciados pelos órgãos competentes
Isopor	Confinar, evitando dispersão	Associações de coleta seletiva que comercializam, reciclam ou aproveitam para enchimentos
Embalagens de produtos perigosos	Máximo aproveitamento do produto contido	Aterros licenciados para recepção de resíduos perigosos

Fonte: Elaborada pelos autores (Adaptada SINDUSCON-SP, 2015)

O Quadro 5 retrata quais são os cuidados que devem ser tomados para um correto descarte. A destinação dos entulhos é necessária pois alguns resíduos podem ser reaproveitados para outros fins.

O controle de destinação dos resíduos é realizado através de um Controle de Transporte de Resíduos (CTR) ou Manifesto de Transporte de Resíduos (MTR), emitidas para cada caçamba, big bags ou caminhão de resíduo retirado. Os CTR ou MTR são documentos gerados online, onde contém a destinação dos resíduos gerados. No documento há informações sobre o resíduo, gerador, transportador e destino. Este documento deve ser arquivado para ser apresentado em fiscalização ou auditoria, sendo uma forma de forçar a organização a se adequar às normas ambientais, além de servir para que o poder público municipal possa fazer um controle ambiental mais eficiente com as informações prestadas pelos geradores, transportadores e receptores (VGRESÍDUOS, 2020).

Figura 3: Frente de Modelo de CTR

CTR – CONTROLE DE TRANSPORTES DE RESÍDUOS (NBR 15.112/2004)
(3 VIAS: GERADOR, TRANSPORTADOR E DESTINATÁRIO)
(INFORMAÇÕES MÍNIMAS NECESSÁRIAS)

1 – IDENTIFICAÇÃO DO TRANSPORTADOR Nome / Razão Social: _____ Telefone: _____ Endereço: _____ Cadastro Municipal: _____ Nome do condutor: _____ Placa do Veículo: _____ RG: _____ CPF: _____ Tipo de Veículo Utilizado: <input type="checkbox"/> Poli-guindaste <input type="checkbox"/> Roll-on <input type="checkbox"/> Basculante <input type="checkbox"/> Outros _____	
ASSINATURA: _____	
2 – IDENTIFICAÇÃO DO GERADOR / ORIGEM Nome ou Razão Social: _____ Data de Retirada: _____ Endereço: _____ Telefone: _____ CPF: _____ 2.1 – ENDEREÇO DA RETIRADA Rua/Av.: _____ n°: _____ Bairro: _____ Município: _____	
ASSINATURA: _____	
3 – DESTINAÇÃO FINAL Nome: _____ CPF: _____ Razão Social: _____ Data de Recebimento: _____ CNPJ: _____ Cadastro Municipal: _____ Endereço: _____ Telefone: _____ Rua/Av.: _____ n°: _____ Bairro: _____ Município: _____	
ASSINATURA: _____	
4 – CARACTERIZAÇÃO DO RESÍDUO VOLUME TRANSPORTADO: <input style="width: 50px;" type="text"/> m³ <div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input type="checkbox"/> CONCRETO/ARGAMASSA/ALVENARIA <input type="checkbox"/> VOLUMOSOS (MÓVEIS E OUTROS) <input type="checkbox"/> VOLUMOSOS (PODAS) <input type="checkbox"/> OUTROS (ESPECIFICAR) _____ </div> <div> <input type="checkbox"/> SOLOS <input type="checkbox"/> MADEIRA </div> </div>	

Fonte: Braga (2015)

A Figura 4 trata-se de um modelo de CTR emitida para cada descarte de resíduos. Possuir este documento como o controle de expedição de todo material descartado, demonstra que a empresa adota as práticas pertinentes ao correto descarte dos entulhos.

Figura 4: Verso de Modelo de CTR

(VERSO DO CONTROLE DE TRANSPORTE DE RESÍDUOS)

5 – ORIENTAÇÃO AO USUÁRIO (De acordo com a Lei nº 3645 de 19 de dezembro de 2012 e as sanções nela previstas)

- a) o gerador só poderá dispor no equipamento de coleta resíduos da construção civil e resíduos volumosos (penalidade Ref. VII);
- b) o transportador é proibido de coletar e transportar equipamentos com resíduos domiciliares, industriais e outros (penalidade Ref. X);
- c) o gerador só poderá dispor resíduos até o limite do equipamento (penalidade Ref. VIII);
- d) o transportador é proibido de deslocar equipamentos com excesso de volume (penalidade Ref. XI);
- e) o transportador é obrigado a utilizar dispositivo de cobertura de carga dos resíduos (penalidade Ref. XII);
- f) ao gerador é proibido a contratação de transportador não cadastrado pela administração municipal (penalidade IX);
- g) o gerador tem o direito de receber do transportador documento de comprovação da correta destinação dos resíduos coletados (penalidade Ref. XV).

Fonte: Braga (2015)

A Figura 5 aborda algumas orientações acerca das responsabilidades do solicitante em relação ao descarte, estando sujeito a penalidades no caso de descumprimento. Estas podem ser consultadas na Lei Nº 3.645 de 19 de dezembro de 2012.

A implementação do CTR Eletrônico se deu por meio da Resolução Nº 058/AMLURB/2015, com a finalidade de criar mecanismos de controle e monitoramento. A implementação viabilizou ainda o cadastramento das áreas de destinação dos resíduos da Construção Civil (aterros, atos e áreas de reciclagem) e dos caminhões basculantes, devidamente licenciados pelos órgãos competentes, mantendo atualizadas as informações aos transportadores, garantindo, também, a isonomia de procedimentos a todos os transportadores de resíduos da construção civil (PREFEITURA SP, 2017).

O estado de São Paulo gerou leis e decretos a serem seguidos com a geração de resíduos. São eles (PREFEITURA SP, 2017):

- ✓ Lei Nº 10.315/1987 - condições para as empresas privadas realizarem serviços públicos de coleta de resíduos;
- ✓ Decreto Nº 37.952/1999 - estabelece as regras para cadastramento para a atividade de coleta de resíduos;
- ✓ Lei Nº 13.298/2002 - exigência à empresa cadastrada de fornecer um documento comprobatório de destinação correta;
- ✓ Lei Nº 13.478/2002 - criação e definição da AMLURB como órgão regulador;
- ✓ Decreto Nº 42.217/2002 - criou o CTR;

- ✓ Decreto Nº 46.594/2005 - estabeleceu regras para utilização do CTR, cadastramento das empresas e fiscalização das atividades;
- ✓ Lei Nº 14.803/2008 - ratificou a obrigatoriedade da emissão do CTR para geradores e transportadores de resíduos, além de estabelecer multa para a não-emissão do CTR.

2.3.3 Redução, Reutilização e Reciclagem

Na gestão de resíduos há diversas práticas a serem realizadas, sendo uma delas chamada de 3 R's - redução, reutilização e reciclagem (MODESTO, 2014).

Figura 5: Ciclo do conceito 3 R's



Fonte: Gonçalves (2019)

Na Figura 6 é possível identificar as etapas que compõe o ciclo 3R's, nos itens 2.3.3.1, 2.3.3.2. e 2.3.3.3 serão representados a definição destas etapas.

2.3.3.1 Redução

Está ligada aos materiais e produção de resíduos através de técnicas modernas e racionalizadas (MODESTO, 2014). Sendo possível na parte de projetos, por exemplo, a escolha de materiais que tenham menor índice de perda ou utilizar iluminação e ventilação natural, promovendo uma redução no consumo de energia elétrica.

2.3.3.2 Reutilização

Seja em construções ou em demolições, uma extensa quantidade de materiais reutilizáveis pode ser encontrada, entre eles se destacam a madeira, seixos de asfalto, tintas, tubos e conexões. Além disso, o concreto demolido e os blocos podem ser utilizados em inúmeras aplicações, como a utilização do material como agregado para o concreto. A reutilização, no entanto, depende do projeto e de critérios na tomada de decisão sobre sistemas e tecnologias construtivas, por exemplo, a decisão de se usar

escoramentos ou fôrmas metálicas em substituição à utilização da madeira (MODESTO, 2014).

2.3.3.3 Reciclagem

A reciclagem envolve a modificação dos materiais descartados em outra forma utilizável no ciclo de produção, podendo ser ela interna ou externa ao canteiro de obra. A reciclagem é o produto da coleta, separação e processamento dos resíduos, transformando-os em produtos com um novo ciclo de vida (MODESTO, 2014).

3. Pesquisa Aplicada

3.1 Formulário de Pesquisa

Neste estudo foi elaborado um formulário, o qual possui a principal finalidade de obter informações com relação as práticas de gerenciamento de resíduos executadas nas construtoras e também recolher a opinião de profissionais da área como engenheiros(as) civis e ambientais, arquitetos(as) e estagiários(as) a respeito da implantação de *softwares* BIM para esta gestão.

O formulário é composto por 13 questões separadas de acordo com sua categoria temática, representadas na Tabela 1.

Tabela 1:Tema das questões

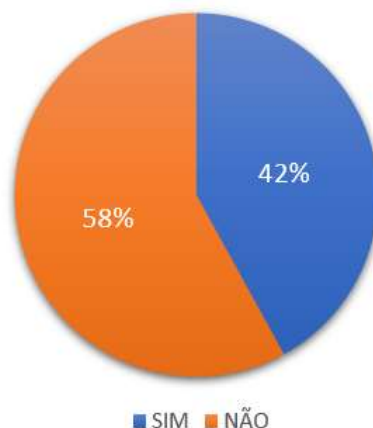
Tema	Nº de Questões
Informações Preliminares	2
Pratica de Gestão de Resíduos	8
BIM	3

Fonte: Elaborada pelos autores

Esta pesquisa foi designada para 40 profissionais, sendo que apenas 34 responderam às perguntas, o equivalente a 85% de participação do público alvo. Os dados levantados proporcionam a base necessária para a representação de como os métodos adotados neste trabalho auxiliam na gestão dos resíduos.

- ✓ **Pergunta 1:** A empresa/construtora em que você trabalha pratica alguma estratégia sustentável de otimização de resíduos e melhorias de processos afim de possibilitar a redução dos entulhos? Se sim, qual?

Gráfico 1: Percentual pergunta 1

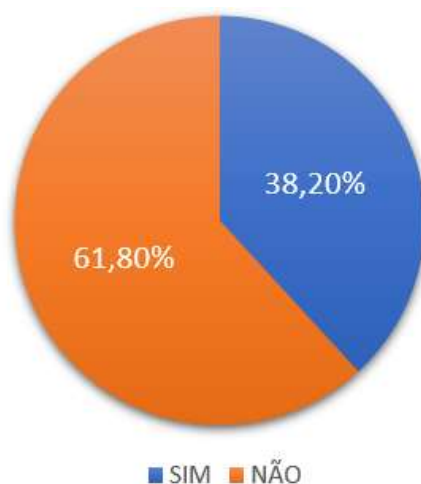


Fonte: Elaborada pelos autores

O Gráfico 1 demonstra que a maioria das construtoras em que os entrevistados trabalham possuem a falta de aplicação de estratégias sustentáveis com os resíduos como por exemplo, a separação de caçambas por tipo de resíduo e a reciclagem dos materiais.

- ✓ **Pergunta 2:** A empresa/construtora em que você trabalha possui projeto de gerenciamento de resíduos (PGRCC)?

Gráfico 2: Percentual pergunta 2



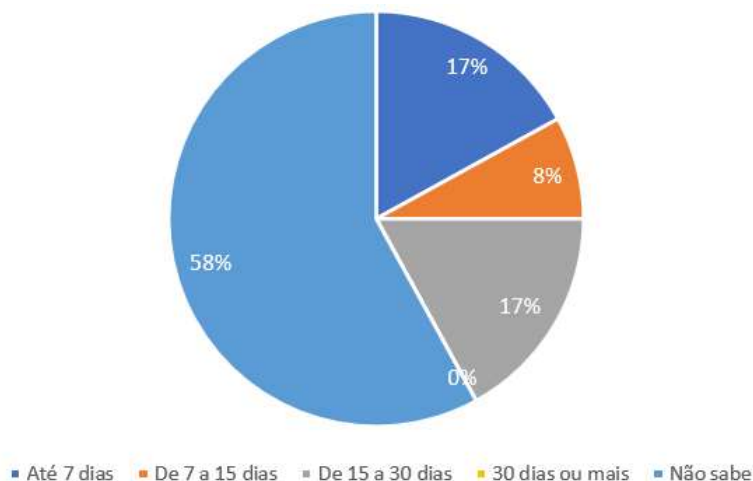
Fonte: Elaborada pelos autores

O Gráfico 2 evidencia que o PGRCC solicitado por normas e legislações vigentes, não é executado por algumas construtoras.

Pergunta 3: Quanto tempo geralmente é gasto para a elaboração do PGRCC?

58% não sabem quanto tempo é gasto;

Gráfico 3: Percentual pergunta 3

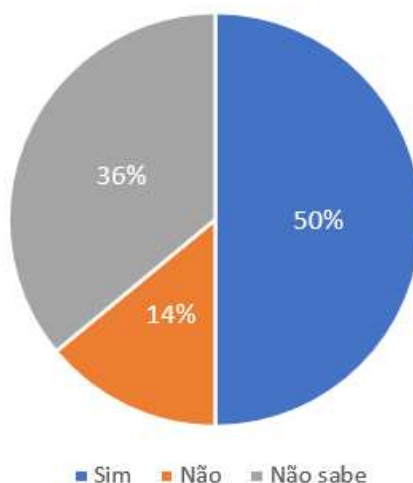


Fonte: Elaborada pelos autores

Nota-se que no Gráfico 3, existem divergências com relação ao tempo exato para a elaboração do PGRCC.

- ✓ **Pergunta 4:** Há diferença entre cálculos dos resíduos gerados estimados e os reais?

Gráfico 4: Percentual pergunta 4

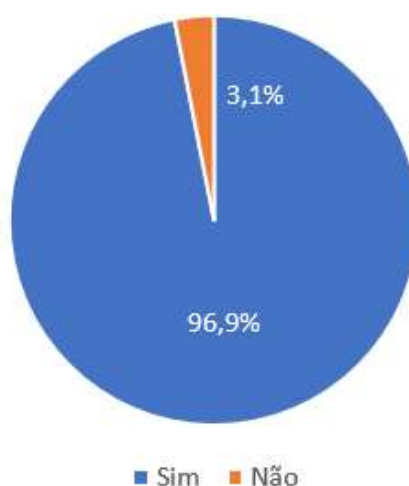


Fonte: Elaborada pelos autores

Na prática, durante a execução da obra a geração dos resíduos torna-se imprevisível pois um erro em determinado serviço poderá resultar no retrabalho e consequentemente em materiais descartados. E na fase de projetos, identificamos apenas a perda prevista caso não ocorram imprevistos, desta forma observa-se que o Gráfico 4 expõem tais situações pois grande parte dos entrevistados trabalham com obras.

- ✓ **Pergunta 5:** Na sua opinião, se houvesse uma forma de identificar a geração dos resíduos, ainda na fase de projetos, você acredita que diminuiria as perdas de material e a própria geração de resíduos na obra?

Gráfico 5: Percentual pergunta 5

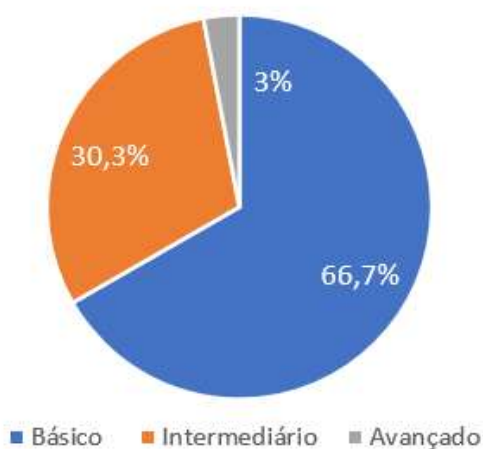


Fonte: Elaborada pelos autores

O Gráfico 5 apresenta o quanto a possibilidade de prever a quantidade de resíduos ainda na fase de projetos é necessária para a área da construção civil.

✓ **Pergunta 6:** Qual o seu nível de conhecimento em BIM?

Gráfico 6: Percentual pergunta 6

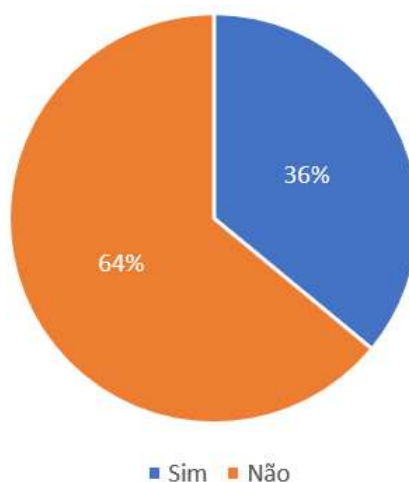


Fonte: Elaborada pelos autores

O Gráfico 6 demonstra o quanto os profissionais ainda possuem o conhecimento básico com relação ao tema BIM.

✓ **Pergunta 7:** Na empresa em que você trabalha é utilizado algum software BIM?
Se sim, qual e para qual finalidade?

Gráfico 7: Percentual pergunta 7



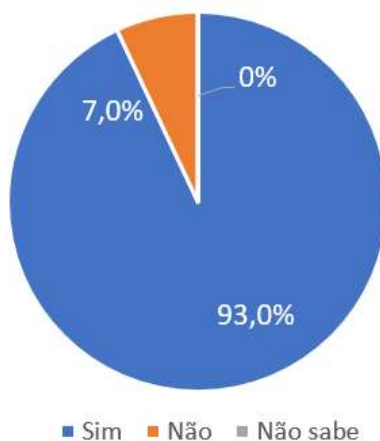
Fonte: Elaborada pelos autores

Mesmo com o avanço da tecnologia e os mais diversos softwares disponíveis, ainda são encontradas poucas as empresas que se dispõem a aplicar tais ferramentas e programas específicos, isto fica claro no Gráfico 7.

✓ **Pergunta 8:** Na sua opinião, o BIM auxiliaria na gestão de resíduos?

93% dos entrevistados acreditam que o BIM auxiliaria na gestão de resíduos.

Gráfico 8: Percentual pergunta 8



Fonte: Elaborada pelos autores

Os resultados apontados pelo Gráfico 8, exemplifica o principal intuito deste trabalho pois, para os 34 profissionais entrevistados pelo menos 31 deles concordam com a aplicação do BIM na gestão de resíduos.

Dentre as 13 perguntas realizadas do formulário 5 não tiveram relevância para critérios de desenvolvimento deste trabalho, portanto não foram demonstradas no tópico 3.1. Para visualizar todas as perguntas, consultar o APÊNDICE 1.

3.2 Projeto fictício

Conforme os resultados indicados durante a pesquisa, observa-se a necessidade de representar a inclusão do conceito BIM na prática, sendo assim, a elaboração de um projeto fictício incluindo os softwares citados anteriormente possibilita a concretização desta ideia.

De acordo com dados levantados pela consultoria ITC (Informações Técnicas da Construção), as empresas que se dedicam ao segmento de construções residenciais tornaram-se a maioria entre as listadas no topo do ranking das 100 maiores construtoras do Brasil.

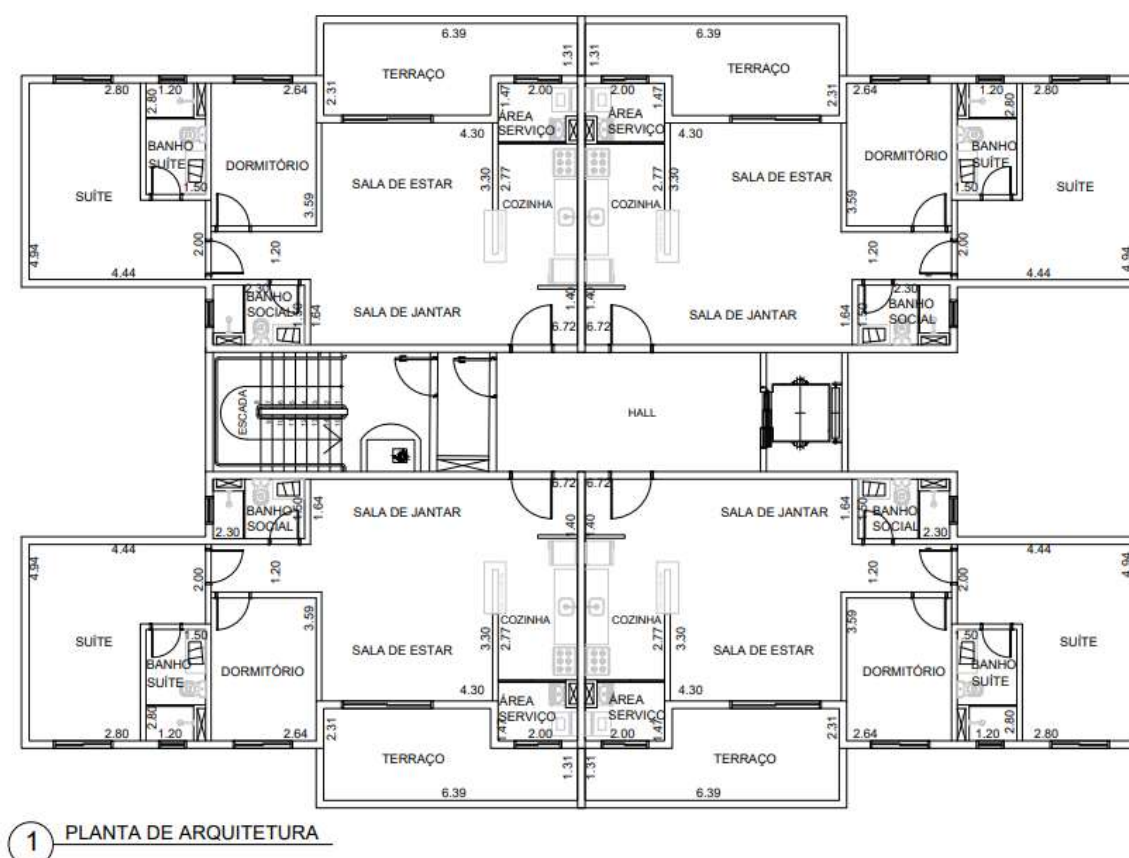
Tendo isso em vista, o projeto em questão caracteriza-se por 01 apartamento pertencente a um edifício residencial de 04 pavimentos, com unidades de 102 m², composto pelos seguintes ambientes: Área de serviço, banhos, cozinha, dormitório, suíte, sala de estar/jantar e terraço.

Sua estrutura é determinada pelo sistema convencional composto por lajes, vigas e pilares em concreto armado e vedação vertical executada com blocos cerâmicos de 19x19x39 cm e 11,5x14x24 cm, além de aberturas verticais para passagem de tubulações hidráulicas (shafts) e divisórias em placas de drywall.

Para os acabamentos internos foram utilizados nas paredes pisos em cerâmica e argamassa monocapa, e no piso, vinílico. Nos tetos são previstos gesso liso (áreas secas) e forros de gesso (áreas molhadas).

Inicialmente, o projeto é concebido através do *software* em 2D Autodesk Autocad para definição de layout e dimensões, conforme indicado na Figura 7.

Figura 6: Layout Projeto Arquitetônico Edifício Residencial



Fonte: Elaborada pelos autores

3.3 Modelagem

Para a modelagem foi utilizado o *software* Autodesk Revit, que possibilita uma melhor visualização do projeto e é possível inserir diversos parâmetros e informações que auxiliam no processo de gerenciamento de resíduos sólidos da edificação.

Ademais, para complementar e agrupar os dados pertinentes a modelagem de forma rápida e eficiente, foi utilizado o *Software* Autodesk Navisworks Manage que também é contemplado no conceito BIM. Para tanto, há necessidade de pesquisas complementares que componham o desenvolvimento da modelagem 3D conforme itens 3.4 e 3.5.

3.4 Levantamento Quali-Quantitativo

Com base nos princípios básicos do conceito dos 3R's, conforme citado por Modesto (2014), para a elaboração do projeto foram definidos primeiramente os materiais que possibilitariam contribuir de forma significativa na redução da geração de entulhos

no canteiro de obras, e posteriormente, possibilitar a reutilização dos mesmos através dos processos de reciclagem, caso seja necessário.

Desta forma, desenvolveu-se uma tabela quali-quantitativa indicada na Tabela 6 que aborda as principais etapas construtivas compostas pela fase de acabamento, apresentando os materiais que foram definidos após a realização de pesquisas e levantamentos bibliográficos.

Para parametrização dos índices de perda de cada tipo de material, foi utilizado como base os valores apresentados por ESPINELLI, 2005. Para itens que não constam na referência bibliográfica, adotam-se de valores que já são apropriados atualmente pela maioria das empresas – de 10 à 15%.

Com relação aos critérios de desenvolvimento deste trabalho, há materiais e componentes que não foram admitidos perda devido ao custo e/ou tipo de material (exemplo: louças e metais).

3.5 Indicadores de RCC por Serviço

Torna-se imprescindível na elaboração deste projeto o reconhecimento inicial de todos os tipos de resíduos que serão gerados durante a etapa construtiva e classificá-los de acordo com a Resolução CONAMA nº 307, tendo como principal objetivo identificar como e quais serão as formas de disposição e destinação destes.

Com isso, a Figura 8 consta os materiais utilizados e suas classificações por tipo de RCC. Tais informações auxiliam no processo de criação dos parâmetros no Autodesk Revit.

Tabela 2: Levantamento Quali-Quantitativo dos materiais utilizados neste projeto.

LEVANTAMENTO QUALI-QUANTITATIVO								
ETAPA CONSTRUTIVA	CATEGORIA	AMBIENTE	ITEM	MATERIAL	PARÂMETROS DOS MATERIAIS ESCOLHIDOS			
					MARCA	TIPO / MODELO	ÍNDICE DE PERDA DOS MATERIAIS	
							<i>Espinelli (2005)</i>	<i>% adotado</i>
CONTRAPISO	PISO	BASE	N/A	ARGAMASSA CONTRAPISO	VOTORANTIM	ACII	5,0%	5,0%
		ÁREAS SECAS	N/A	ARGAMASSA MONOCAPA	WEBER QUARTZOLIT	BRANCO	-	5,0%
		ÁREAS MOLHADAS	N/A	PLACA CERÂMICA ESMALTADA	ELIANE	BRILHANTE	3,0%	3,0%
REVESTIMENTO INTERNO 01	PAREDE	ÁREAS MOLHADAS	N/A	REJUNTE RESINADO	WEBER QUARTZOLIT	-	-	5,0%
		ÁREAS MOLHADAS	N/A	ARGAMASSA COLANTE	VOTORANTIM	ACII	5,0%	5,0%
		ÁREAS MOLHADAS	N/A	CHAPA DE DRYWALL	PLACO	STANDARD	30,0%	30,0%
		ÁREAS MOLHADAS	N/A	ARGAMASSA COMUM	VOTORANTIM	3201 MATRIX	5,0%	5,0%
		ÁREAS SECAS	N/A	ALUMÍNIO PRETO	ALUMIFORT SASAZAK	CORRER	-	0,0%
		ÁREAS MOLHADAS	N/A	ALUMÍNIO PRETO	ALUMIFORT SASAZAK	MAXIM-AR	-	0,0%
ESQUADRIAS E CAIXILHOS	PORTAS	ÁREAS SECAS	N/A	KIT PORTA PRONTA	PORMADE	ABRIR	-	0,0%
		ÁREAS MOLHADAS	N/A	KIT PORTA PRONTA	PORMADE	ABRIR	-	0,0%
		ÁREAS SECAS	N/A	GESSO LISO	GESSO FÁCIL	BRANCO	30,0%	30,0%
FORRO	TETO	ÁREAS MOLHADAS	N/A	GESSO ACARTONADO	PLACO	STANDARD	30,0%	30,0%
		ÁREAS SECAS	N/A	PISO VINÍLICO	TARKETT	EM PLACA - COLADO	-	3,0%
		ÁREAS MOLHADAS	N/A	PLACA CERÂMICA ESMALTADA	ELIANE	ANTIDERRAPANTE	3,0%	3,0%
REVESTIMENTO INTERNO 02	PISO	ÁREAS MOLHADAS	N/A	REJUNTE RESINADO	WEBER QUARTZOLIT	-	-	5,0%
		ÁREAS MOLHADAS	N/A	ARGAMASSA COLANTE	VOTORANTIM	ACII	5,0%	5,0%
		ÁREAS MOLHADAS	TORNEIRA - COZINHA	ABS CROMADA	VIT	BICA MÓVEL - MESA	-	0,0%
			TORNEIRA - BANHEIROS	ABS CROMADA	VIT	MESA	-	0,0%
			CUBA - COZINHA	AÇO INOX ACETINADO	TRAMONTINA	EMBUTIR	-	0,0%
			CUBA - BANHEIROS	MONTADA EM MÁRMORE	LAFFER MARMORARIA	BEGE	-	0,0%
INSTALAÇÃO DE LOUÇAS / METAIS SANITÁRIOS	-	ÁREAS MOLHADAS	BACIAS SANITÁRIAS	PORCELANA COM ASSENTO EM POLIPROPILENO	DECA	ELITE	-	0,0%
			TANQUE	LOUÇA	ICASA	BRILHANTE	-	0,0%
			ILUMINAÇÃO	LUMINÁRIA PLAFON	ILUMINIM	LED DE EMBUTIR	-	0,0%
ACABAMENTOS ELÉTRICOS	TETO	ÁREA INTERNA / ÁREA EXTERNA	ILUMINAÇÃO	LUMINÁRIA PLAFON	ILUMINIM	LED DE EMBUTIR	-	0,0%
SOLEIRAS BANCADAS PEITORIS	PISO	ÁREA INTERNA	N/A	GRANITO	SÃO GABRIEL	PRETO	-	0,0%
	PIAS	ÁREA INTERNA	N/A	MÁRMORE	LAFFER MARMORARIA	BEGE	-	0,0%
	JANELAS	ÁREA INTERNA	N/A	GRANITO	SÃO GABRIEL	PRETO	-	0,0%
REVESTIMENTO EXTERNO	FACHADA	ÁREA EXTERNA	N/A	ARGAMASSA COMUM	VOTORANTIM	2202 MATRIX	-	0,0%
			N/A	TEXTURA ACRÍLICA	CORAL	CINZA CLARO	-	0,0%

Fonte: Elaborada pelos autores

Figura 7 - Classificação dos acabamentos conforme suas classes de resíduos

CLASSIFICAÇÃO POR TIPO DE RCC					
FASE DA OBRA	ETAPA CONSTRUTIVA	FAMÍLIA	LEVANTAMENTO DOS MATERIAIS	COMPOSIÇÃO DE RESÍDUOS	CLASSE DE RESÍDUOS - (CLASSIFICAÇÃO CONAMA)
ACABAMENTO	CONTRAPISO	PISO	ARGAMASSA	ARG. FERRAMENTAS EMBALAGENS	
	REVESTIMENTO INTERNO	PAREDES	PLACA CERÂMICA	ARG. ARG. COLANTE ARG. COMUM PLACA CHAPA EMBALAGENS FERRAMENTAS	
			ARGAMASSAS PLACA DE DRYWALL		
		PISO	ARGAMASSA	ARG. COLANTE PISO VINÍLICO PLACA COLA DE PVA EMBALAGENS FERRAMENTAS	
			PLACA CERÂMICA PISO VINÍLICO		
	REJUNTAMENTO DAS CERÂMICAS	PAREDES / PISOS	REJUNTE	REJUNTE EMBALAGENS FERRAMENTAS	A
	REVESTIMENTO EXTERNO	FACHADA	ARGAMASSA SELADOR ACRÍLICO TEXTURA ACRÍLICA	ARG. COMUM TEXTURA SELADOR EMBALAGENS FERRAMENTAS	B
	INSTALAÇÕES DE ESQUADRIAS	PORTAS	MADEIRA	MADEIRA FERRAMENTAS	C
		JANELAS	ALUMÍNIO	ALUMÍNIO FERRAMENTAS	D
	FORRO	TETO	GESSO ALUMÍNIO	GESSO LISO CHAPA MONTANTES FERRAMENTAS	
	ACABAMENTO ELÉTRICO	TETO	LUMINÁRIA PLAFON	LUMINÁRIA FERRAMENTAS	
	SOLEIRAS	PISO	GRANITO	GRANITO ARGAMASSA FERRAMENTAS	
	PEITORIS	JANELAS	GRANITO	GRANITO ARGAMASSA FERRAMENTAS	
	BANCADAS	PIAS	MÁRMORE	MÁRMORE ARGAMASSA FERRAMENTAS	

Fonte: Elaborado pelos autores

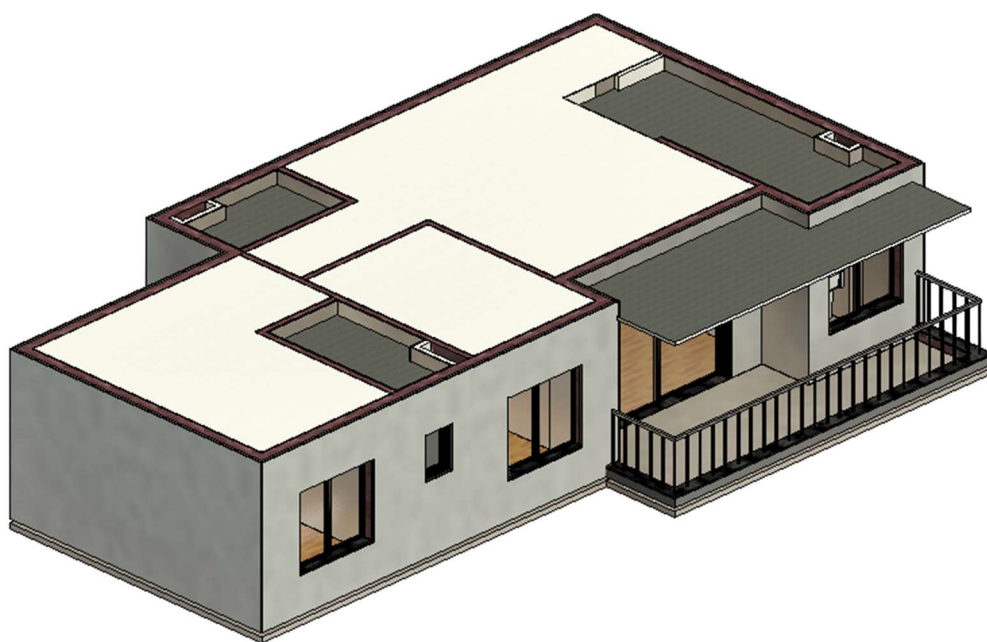
3.6 Apresentação da Modelagem

Neste capítulo, será abordado a forma em que foi realizado este processo dentro dos *softwares* apontados anteriormente, com o intuito de auxiliar outros projetos que posteriormente venham utilizar este trabalho como referência.

3.6.1 Modelagem 3D no software Autodesk Revit

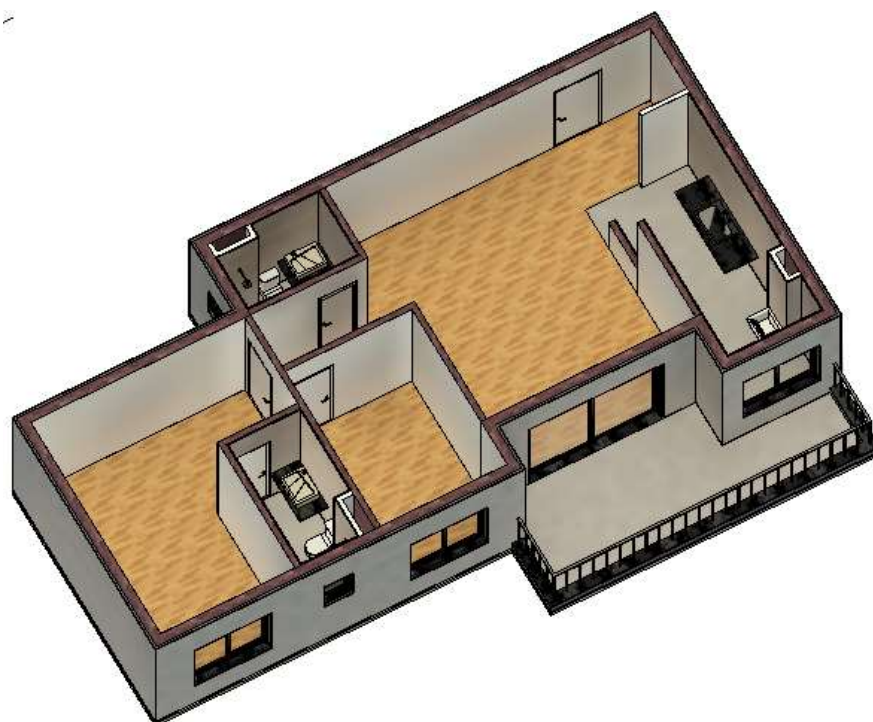
Para a execução da modelagem foram incluídos através da aba “Arquitetura” todos os acabamentos pertinentes a esta fase da obra, sendo os revestimentos de parede, piso e teto além dos equipamentos como louças, bancadas e esquadrias (alumínio, ferro e madeira). A visualização final da modelagem após especificar todos os componentes, é demonstrada conforme Figuras 9 e 10.

Figura 8: Modelagem 3D de 01 (um) apartamento residencial.



Fonte: Elaborada pelos autores

Figura 9: Modelagem dos acabamentos internos.

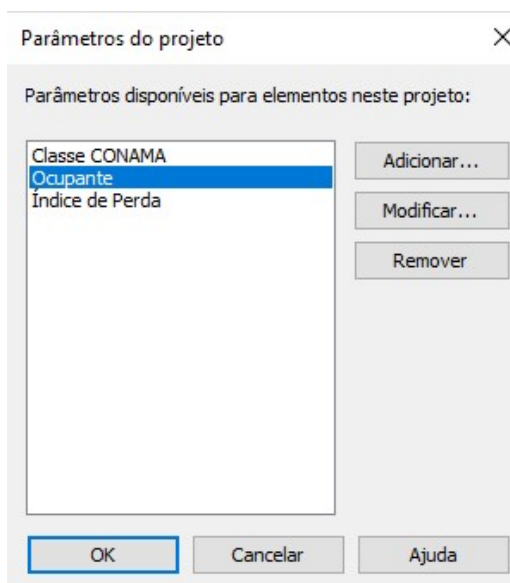


Fonte: Elaborada pelos autores

3.6.2 Inserção de todos os parâmetros que serão utilizados em uma determinada família

Para realizar a gestão de resíduos é necessário identificar a classe de cada material do projeto de acordo com a Resolução CONAMA nº 307, e o percentual de perda a ser adotado no projeto em questão. Desta forma, a Figura 11 apresenta como são adicionados os 02 (dois) parâmetros novos através da aba “Gerenciar > Parâmetros de projeto > Adicionar...”

Figura 10: Inclusão dos parâmetros “Classe CONAMA” e “Índice de Perda” através do comando “Parâmetros de Projeto”.



Fonte: Elaborada pelos autores

Após a inclusão dos parâmetros necessários no projeto e a obtenção das especificações de acordo com o levantamento quali-quantitativo, é possível transcrever todos os dados necessários na definição de cada material a ser utilizado na modelagem conforme as Figuras 12 a 15.

Figura 11: Propriedades do revestimento de teto: Forro de Gesso

Propriedades de tipo

Família: Família do sistema: Forro composto

Tipo: Forro de gesso

Carregar... Duplicar... Renomear...

Parâmetros de tipo

Parâmetro	Valor
Construção	
Estrutura	Editar...
Espessura	0,0570
Gráficos	
Padrão de preenchimento em escala de baixa resolução	
Preenchimento de cor de escala de baixa resolução	Preto
Texto	
Classe CONAMA	C
Índice de Perda	0,030000
Propriedades analíticas	
Coefficiente de transferência de calor (U)	0,5499 W/(m ² ·K)
Resistência térmica (R)	1,8185 (m ² ·K)/W
Massa térmica	1,04 kJ/K
Absorção	0,700000
Rugosidade	3
Dados de identidade	
Tipo de imagem	
Nota-chave	
Modelo	Standard
Fabricante	Placo
Comentários de tipos	

[O que fazem estas propriedades?](#)

<< Visualizar OK Cancelar Aplicar

Fonte: Elaborada pelos autores

Figura 12: Propriedades do revestimento de parede: Argamassa Monocapa

Propriedades de tipo

Família: Família do sistema: Parede básica

Tipo: Monocapa

Carregar... Duplicar... Renomear...

Parâmetros de tipo

Parâmetro	Valor
Construção	
Estrutura	Editar...
Virar nas inserções	Não virar
Virar nas extremidades	Nenhum
Largura	0,0020
Função	Exterior
Gráficos	
Padrão de preenchimento em escala de baixa resolução	
Preenchimento de cor de escala de baixa resolução	Preto
Texto	
Classe CONAMA	A
Índice de Perda	0,050000
Materiais e acabamentos	
Material estrutural	Monocapa
Propriedades analíticas	
Coefficiente de transferência de calor (U)	
Resistência térmica (R)	
Massa térmica	
Absorção	0,700000
Rugosidade	3
Dados de identidade	
Tipo de imagem	
Nota-chave	
Modelo	Branco
Fabricante	Weber Quartzolit
Comentários de tipos	
URL	
Descrição	

[O que fazem estas propriedades?](#)

<< Visualizar OK Cancelar Aplicar

Fonte: Elaborada pelos autores

Figura 13: Propriedades do revestimento de parede: Cerâmica

Propriedades de tipo

Família: Família do sistema: Piso

Tipo: Piso Cerâmica

Carregar... Duplicar... Renomear...

Parâmetros de tipo

Parâmetro	Valor
Construção	
Estrutura	Editar...
Espessura-padrão	0,0150
Função	Interior
Gráficos	
Padrão de preenchimento em escala de baixa resolução	
Preenchimento de cor de escala de baixa resolução	Preto
Texto	
Classe CONAMA	A
Índice de Perda	0,030000
Materiais e acabamentos	
Material estrutural	Cerâmica Esmaltada
Propriedades analíticas	
Coefficiente de transferência de calor (U)	80,0000 W/(m².K)
Resistência térmica (R)	0,0125 (m².K)/W
Massa térmica	2,37 kJ/K
Absorção	0,700000
Rugosidade	3
Dados de identidade	
Tipo de imagem	
Nota-chave	
Modelo	Brilhante
Fabricante	Cerâmica Eliane
Comentários de tipos	
URL	
Descrição	
Descrição de montagem	
Código de montagem	

[O que fazem estas propriedades?](#)

<< Visualizar OK Cancelar Aplicar

Fonte: Elaborada pelos autores

Figura 14: Propriedades de elementos do projeto: Portas de Madeira

Propriedades de tipo

Família: Porta-Passagem Única-Nivelada

Tipo: Porta Interna 80x210

Carregar... Duplicar... Renomear...

Parâmetros de tipo

Parâmetro	Valor
Construção	
Função	Exterior
Fechamento da parede	Por hospedeiro
Tipo de construção	
Texto	
Classe CONAMA	B
Índice de Perda	0,000000
Materiais e acabamentos	
Material do painel	Pintura Branca
Material da moldura	Pintura Branca
Material da maçaneta	Alumin. 1
Cotas	
Largura	0,8000
Altura	2,1000
Espessura	0,0450
Profundidade da moldura de alvenaria	0,1000
Altura do traçado	1,0000
Propriedades analíticas	
Construção analítica	< Nenhum >
Definir propriedades térmicas por	Tipo esquemático
Transmissão de luz visual	
Resistência térmica (R)	
Coefficiente de ganho de calor solar	
Coefficiente de transferência de calor (U)	
Dados de identidade	
Nota-chave	
Modelo	Kit Porta Pronta Sólida
Fabricante	Pormade
Comentários de tipos	
Tipo de imagem	

[O que fazem estas propriedades?](#)

<< Visualizar OK Cancelar Aplicar

Fonte: Elaborada pelos autores

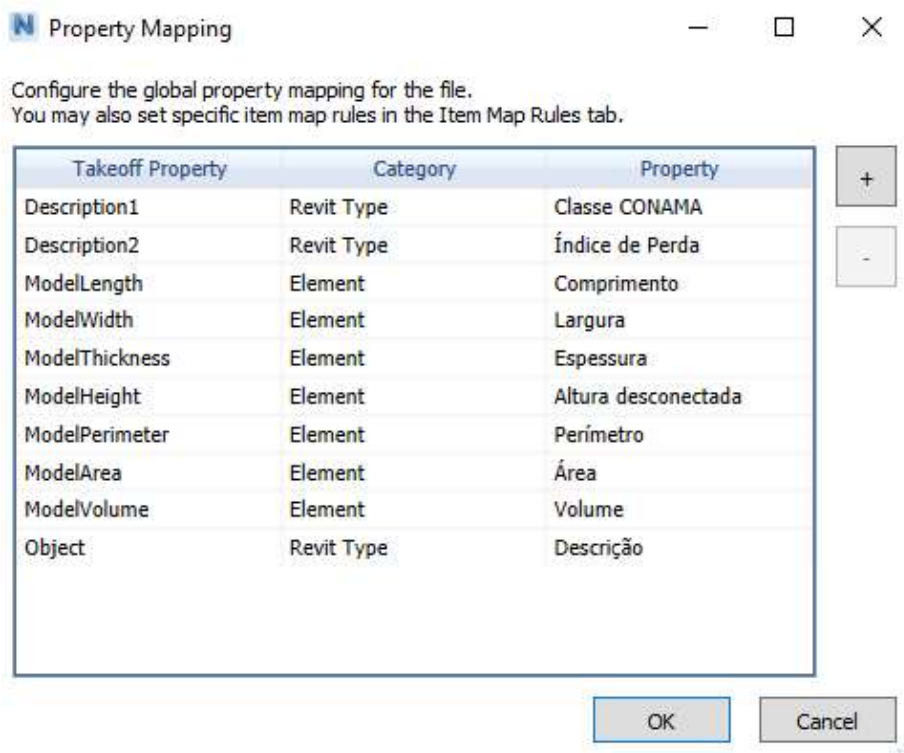
Nota-se que em todos os elementos presentes nesta modelagem possuem já especificado a sua devida classe e o índice de perda, assim como dados de identidade (modelo, fabricante), suas dimensões, materiais de acabamento entre outros.

3.6.3 Modelo integrado ao Software Autodesk Navisworks Manage – apresentação do “Quantification” e demonstração das formulações das tabelas

Ao finalizar a modelagem no software Autodesk Revit, o próximo passo trata-se da quantificação integral dos materiais através do Autodesk Navisworks Manage versão 2022, porém é importante ressaltar que para realizar este processo realiza-se o reconhecimento dos parâmetros utilizados no Autodesk Revit para o Autodesk Navisworks Manage. O comando “*Property Mapping*” proporciona a inserção dos itens compostos da tabela quantitativa final.

A Figura 16 expõem quais os principais parâmetros necessários para serem reconhecidos.

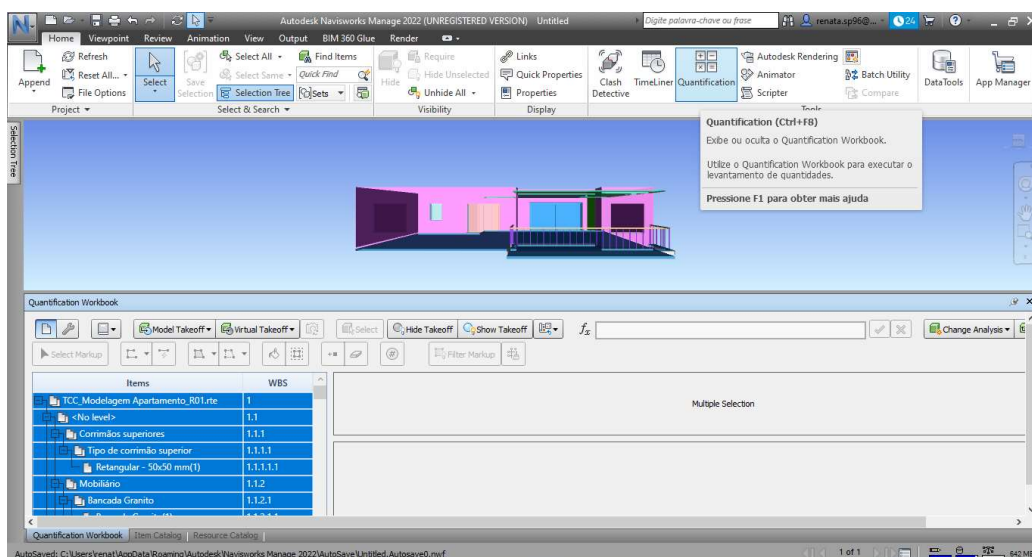
Figura 15: Inserção dos parâmetros criados para reconhecimento do Autodesk Navisworks Manage



Fonte: Elaborada pelos autores

A Figura 17 relata a próxima etapa a qual trata-se da utilização do comando “*Quantification*”, o qual possibilita o desenvolvimento do levantamento quantitativo de todos os acabamentos da modelagem e gera, por fim, um documento em Microsoft Microsoft Excel.

Figura 16: Comando “*Quantification*” para extrair os dados do projeto

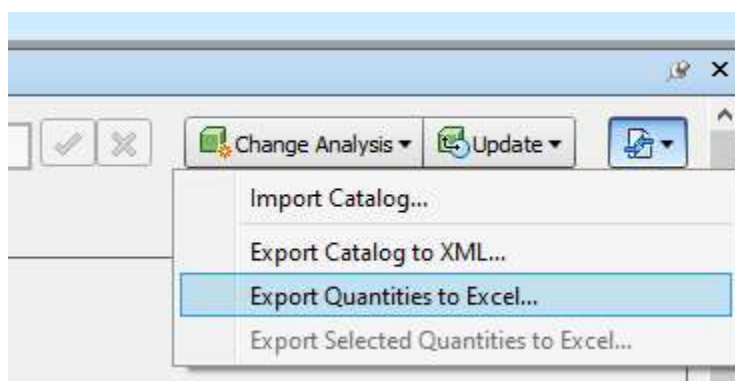


Fonte: Elaborada pelos autores

3.6.4. Extração das informações para o Microsoft Microsoft Excel

A Figura 18 demonstra a extração de informações do software Autodesk Navisworks Manage ocorre de forma simples através do comando “*Import/export Catalogs and export Quantities > Export Quantities to Microsoft Excel*”, resultando por fim uma planilha em Microsoft Excel.

Figura 17: Exportação de arquivo do Autodesk Navisworks Manage em planilha excel



Fonte: Elaborada pelos autores

Para visualização da planilha em excel gerada pelo Software Autodesk Navisworks, consultar APÊNDICE 2.

4 Resultados e discussões

4.1. Resultados

A partir dos volumes extraídos do Software Autodesk Navisworks, foi possível estimar o volume de perda dos resíduos (m³) separados de acordo com as suas devidas classificações. A visualização destes volumes (reais e de perda) são apresentados na Tabela 3.

Tabela 3: Gestão de Resíduos a partir dos dados obtidos do projeto

GESTÃO DOS RESÍDUOS								
ITEM	MATERIAIS	VOLUME DE PROJETO - POR APTO (M ³) - VP	ÍNDICE DE PERDA (%) - IP	VOLUME REAL - POR APTO (M ³) - VR	PERDA REAL - POR APTO (M ³) - PR	CLASSIFICAÇÃO CONAMA Nº 307	VOLUME DE ENTULHOS POR TIPO DE CAÇAMBA GESSO E DRYWALL	CAÇAMBA ENTULHO MISTO
1.	Forro de gesso	1,649	30%	2,356	0,707	B	11,307	-
2.	Gesso liso	0,865	30%	1,236	0,371	D	5,931	-
3.	Chapa de drywall	1,188	10%	1,320	0,132	B	2,112	-
4.	Argamassa Monocapa	0,300	5%	0,316	0,016	A	-	0,253
5.	Argamassa comum	5,466	5%	5,754	0,288	A	-	4,603
6.	Argamassa Colante	0,731	5%	0,769	0,038	A	-	0,616
7.	Textura	1,705	5%	1,795	0,090	D	-	1,436
8.	Argamassa contrapiso	3,905	5%	4,111	0,206	A	-	3,288
9.	Placa cerâmicas - Paredes	1,087	3%	1,121	0,034	A	-	0,538
10.	Placa cerâmicas - Pisos	0,432	3%	0,445	0,013	A	-	0,214
11.	Granito (peitoril)	0,089	0%	0,089	0,000	A	-	0,000
12.	Piso vinílico	1,442	3%	1,487	0,045	A	-	0,714
13.	Granito (soleira)	0,028	0%	0,028	0,000	A	-	0,000
TOTAL:				20,825	1,938			
VOLUME FINAL DE PERDA X CAÇAMBA - EMPREENDIMENTO							19,351	11,661

Fonte: Elaborada pelos autores.

Sendo:

- a) VP = Volume de projeto por apartamento → Volume de projeto extraído do Autodesk Revit;
- b) IP = Índice de perda de cada material → Dado extraído da Tabela 6;
- c) VR = Volume real → Volume de material necessário para execução do serviço de acabamento, descontando o que se perde durante o serviço;

Exemplo: Volume real forro de gesso – 1,649m³

Índice de perda – 30%

$$x - 0,30x = 1,649 \text{ m}^3$$

$$0,70x = 1,649 \text{ m}^3$$

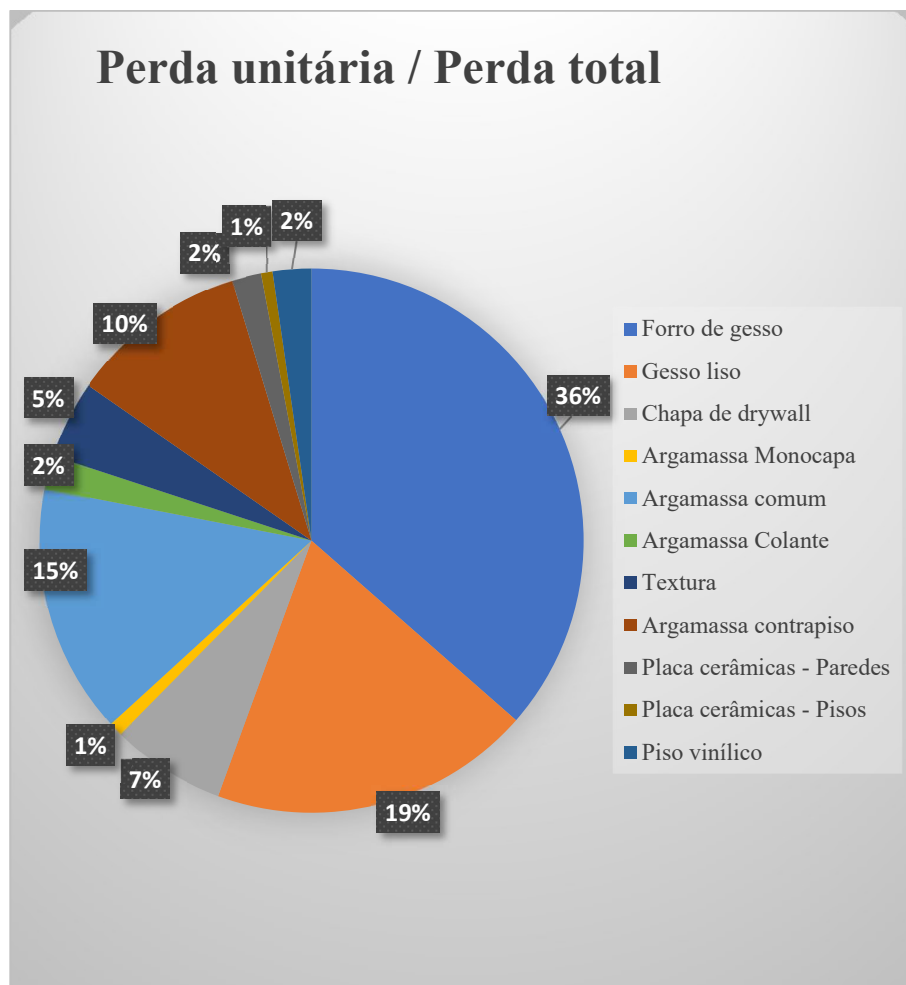
$$X = 2,356 \text{ m}^3$$

- d) PR = Perda real → Volume real x Índice de perda;

- e) VE = Volume de entulho por tipo de caçamba → Volume igual a perda real, ou seja, o resíduo que realmente será descartado. O volume de entulho por tipo de caçamba refere-se a todo o empreendimento, composto por 16 apartamentos.

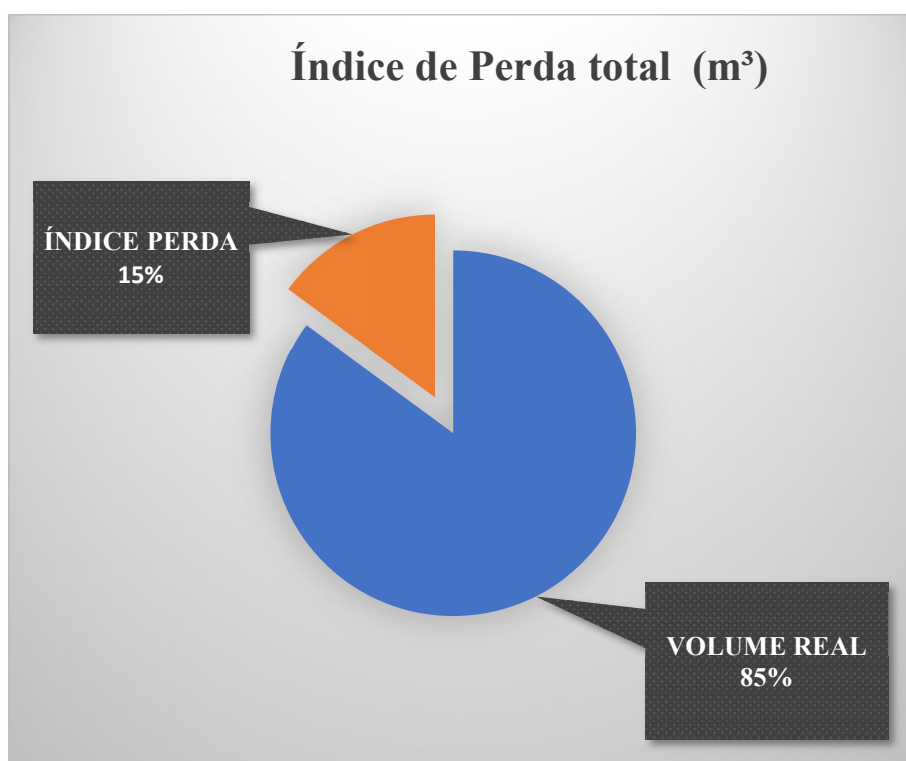
O Gráfico 9 representa o percentual de perda unitária de material de acordo com os dados obtidos na Tabela 3.

Gráfico 9: Representação da perda unitária dos materiais.



Fonte: Elaborada pelos autores

Gráfico 10: Representação do índice de perda em relação ao volume total dos materiais.



Fonte: Elaborada pelos autores

O Gráfico 10 demonstra o índice de perda total em relação ao volume real, esta informação foi obtida através do cálculo da mediana. (Os dados utilizados para os cálculos foram extraídos da Tabela 3.

Volume real p/ apto – 20,825 m³

Perda p/ apto – 1,938 m³

Quantidade de itens – 13

Índice de perda médio = Perda p/ apto ÷ quantidade de itens

$$1,938 \div 13 = 0,149 \rightarrow \approx 15\%$$

Volume de perda total = Volume real p/ apto x índice de perda médio

$$20,825 \times 0,15 = 3,124 \text{ m}^3$$

Índice de perda total = Volume de perda total ÷ Volume real p/ apto

$$3,124 \div 20,825 = 0,15 \rightarrow 15\%$$

Índice de perda total = 15%

Volume real dos materiais = 100% - 15% = 85%

Além da representação quantitativa, a Tabela 4 representa o custo para o descarte dos materiais separados por caçambas de acordo com as suas classificações. Para este projeto foram utilizadas as caçambas de entulho misto e gesso / drywall.

Tabela 4: Relação de quantidade e custo de caçambas para o projeto

TRANSPORTE E DESTINAÇÃO DOS ENTULHOS				
TIPOS DE CAÇAMBA	VOLUME TOTAL DE RESÍDUO (M³)	QTDE. DE CAÇAMBA POR TIPO DE ENTULHO (P/CADA)	CUSTO UNITÁRIO POR 4M³	CUSTO TOTAL POR TIPO DE CAÇAMBA - EMPREENDIMENTO
ENTULHO MISTO	11,661	3	R\$ 400,00	R\$ 1.200,00
GESSO / DRYWALL	19,351	5	R\$ 350,00	R\$ 1.750,00
CUSTO TOTAL PARA DISPOSIÇÃO:				R\$ 2.950,00

Fonte: Elaborada pelos autores.

Sendo:

- a) Quantidade de caçamba → Considerando que a capacidade máxima de cada caçamba é 4m³, com o volume total por tipo de caçamba é possível encontrar a quantidade exata destinada a cada fim e o custo para disposição;

Exemplo: $19,351\text{m}^3 / 4 = 4,837$ aproximadamente 05 (cinco) caçambas

- b) Custo unitário por tipo de caçamba → Utilizado como base os valores de uma determinada empresa de São Paulo (agosto/2021) responsável pelo transporte e destinação dos entulhos.

Acerca dos resultados expostos, pode-se observar que as informações obtidas em relação ao volume exato de material necessário, bem como, quanto este volume irá gerar de resíduos será um ponto positivo no quesito de evitar a falta e/ou excesso de material na obra que posteriormente seriam descartados sem utilização e tampouco da forma adequada.

Há outros parâmetros e informações que podem ser incrementadas a fim de obter um resultado mais preciso acerca do volume dos resíduos gerados dentro do canteiro de obras. Como por exemplo as embalagens e as ferramentas utilizadas, ou seja, itens associados à execução dos serviços. Essas informações podem ser incrementadas se forem aplicadas a cada um deles o índice de perda para cada tipo de resíduos, de acordo com a quantidade de materiais que foram gerados.

5 Discussões

Com os resultados obtidos através do formulário de pesquisa, observou-se que 58% dos entrevistados não praticam estratégias sustentáveis de gestão de resíduos na empresa em que trabalham. Apesar de existirem legislações e normas específicas que instruem sobre o tema e exigem a obrigatoriedade do controle de descarte das RCC, nota-se que grande parte das empresas não possuem um programa mínimo de gestão.

O PGRCC é um documento que dentre outras informações aborda a estimativa dos volumes que serão gerados no canteiro de obras, um processo que muitas vezes leva –um tempo significativo para elaboração e este pode ser um dos motivos pela falta de um gerenciamento básico nas obras.

A modelagem em BIM permitiu a visualização prévia do volume dos resíduos que seriam gerados em uma etapa construtiva. Esta etapa realizou-se no período de aproximadamente duas semanas, com a necessidade da participação de dois integrantes, um responsável pela modelagem e outro para a compilação de todos os dados extraídos de ambos softwares. Com isto, é possível identificar de forma ágil o percentual real do volume a ser desprezado, contribuindo com a elaboração do gerenciamento com dados obtidos através do projeto.

Percebe-se por meio do questionário que 66,7% das pessoas entrevistadas têm conhecimentos básicos em BIM e apesar disso apenas 36% usufruem de *softwares*, sendo que nenhuma deles com a finalidade no gerenciamento dos resíduos. Embora exista esta alta taxa de percentual das pessoas que conheçam o BIM, ainda há uma escassez de informações relacionados à gestão dos resíduos.

6 Conclusão

Como prática de combate a grande quantidade de resíduos gerados na construção civil, este trabalho analisou a viabilidade da aplicação dos softwares do BIM - Revit e Navisworks da Autodesk com o intuito de otimizar a geração dos resíduos sólidos da construção.

A efetividade da modelagem no BIM se dá ao longo de todo o processo construtivo, desde a fase de projeto do empreendimento, conforme abordado neste trabalho, garantindo um melhor desempenho no processo de construção, evitando desperdício de materiais, retrabalhos e consequentemente atrasos no cronograma.

Para o desenvolvimento de uma das etapas do gerenciamento se fez necessário a busca por referenciais teóricos, o desenvolvimento de um formulário de pesquisa e por fim, a modelagem em 3D, aplicando as exigências mínimas previstas na Lei do Meio Ambiente.

Os resultados obtidos através da modelagem em BIM foram assertivos pois tratam-se de dados reais adotados do mercado. Há uma grande incidência na parametrização dos índices de perda adotados pelas empresas e/ ou construtoras que variam de 10 a 15%, esta margem visa o acréscimo da quantidade de insumos, com o objetivo de evitar a falta de material durante a execução do serviço. Porém, nota-se a deficiência do mercado em prosseguir com essas informações, visto que são utilizados apenas para compra de material e não para gestão destes; não há um controle da quantidade de volume que será gerado e desprezado.

Com a conclusão deste trabalho, percebe-se a relevância do conceito aplicado ao gerenciamento dos resíduos e ao mesmo tempo a escassez da consolidação dessa ideia no mercado. A implantação do conceito BIM requer investimentos e mudanças culturais na maneira de trabalho dos profissionais da área, comparado ao método habitual. Por este motivo, sua implantação vem ocorrendo de modo progressivo nas empresas. Porém, é um investimento viável para beneficiar as empresas no quesito de precisão e ganho de tempo, visto que grande parte dos profissionais realizam este tipo de serviço de forma manual. Além disso, usufruir de novas tecnologias que auxiliam na redução dos recursos naturais evitam grandes impactos ambientais, sociais e econômicos.

Como sugestão de trabalhos futuros, indica-se para que sejam comparados os dados levantados por meio dos softwares BIM, replicando o que foi realizado neste trabalho,

com uma obra real, sendo coletados os dados concretos, não somente para validar a metodologia adotada neste trabalho, como também, haver uma possível atualização dos percentuais relativos aos índices de perdas.

7 Referências Bibliográficas

ABDI. **ESTRATÉGIA BIMBR – CONSTRUÇÃO INTELIGENTE**. Disponível em: <<https://estrategiabimbr.abdi.com.br/>>. Acesso em: 29 Mai 2021

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **ABNT NBR 10.004:2004** Resíduos sólidos – Classificação. Elaboração Rio de Janeiro: ABNT, 2004

AMLURB. **GUIA DE MANEJO DIFERENCIADO**. Disponível em: <https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/GRANDE%20GERADOR%20AMLURB_rev1.pdf>. Acesso em: 12 Out 2021

ARCHANJO, Caroline. **REVIT: PASSO-A-PASSO DE UM PROJETO DE VISUALIZAÇÃO 3D**. Disponível em: <<https://fluxoconsultoria.poli.ufrj.br/blog/revit-passo-a-passo-de-um-projeto-de-visualizacao-3d/>>. Acesso em: 12 Out 2021

BRAGA, Cléber Luis. **DECRETO Nº 6.101, DE 05 DE AGOSTO DE 2015**. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a1/sp/o/olimpia/decreto/2015/610/6101/decreto-n-6101-2015-regulamenta-a-lei-n-3645-de-19-de-dezembro-de-2012-que-versa-sobre-o-estabelecimento-do-sistema-municipal-de-gerenciamento-dos-residuos-de-construcao-demolicao-e-residuos-volumosos-e-da-outras-providencias>>. Acesso em: 11 Set 21

BOCHENEK, Cristiane. **IDENTIFICAÇÃO DE OPORTUNIDADES DE INCENTIVOS PARA A REALIZAÇÃO DO PROJETO DE GERENCIAMENTO DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL (PGRCC) NAS CONSTRUTORAS DE CURITIBA-PR**. 2012. Curitiba: Universidade Federal do Paraná, 2012.

CARVALHO, Henrique José Silva & SCHEER, Sérgio. **A UTILIZAÇÃO DE MODELOS BIM NA GESTÃO DE RESÍDUOS DE CONSTRUÇÃO E DEMOLIÇÃO**. Disponível em: <<https://www.proceedings.blucher.com.br/article-details/a-utilizacao-de-modelos-bim-na-gesto-de-resduos-de-construo-e-demolio-20532>>. Acesso em: 10 Mai 2021

CAVALCANTI, Vladyr Yuri Soares de Lima; SOUZA, George Henriques de; SODRÉ, Marcelle Afonso Chaves; ABREU, Márcia Suzana Dutra de; MACIEL, Tuanny da Silva & SILVA, José Martinho de Albuquerque. **INDÚSTRIA 4.0: DESAFIOS E**

PERSPECTIVAS NA CONSTRUÇÃO CIVIL. Disponível em: <<https://periodicos.iesp.edu.br/index.php/campodosaber/article/view/149>>. Acesso em: 12 Abr 2021

DARÓS, José. **O QUE É INTEROPERABILIDADE?** Disponível em: <<https://utilizandobim.com/blog/interoperabilidade/>>. Acesso em: 10 Out 2021

DARÓS, José. **O QUE É BIM?** Disponível em: <<https://utilizandobim.com/blog/o-que-e-bim/>>. Acesso em: 10 Out 2021

DARÓS, José. **GUIA COMPLETO: BIM 4D CRONOGRAMA.** Disponível em: <<https://utilizandobim.com/blog/bim-4d-cronograma/>>. Acesso em: 10 Out 2021

DARÓS, José. **GUIA COMPLETO: BIM 5D ORÇAMENTAÇÃO.** Disponível em: <<https://utilizandobim.com/blog/bim-5d-orcamento/>>. Acesso em: 10 Out 2021

DARÓS, José. **GUIA COMPLETO: BIM 6D SUSTENTABILIDADE.** Disponível em: <<https://utilizandobim.com/blog/bim-6d-sustentabilidade/>>. Acesso em: 10 Out 2021

DARÓS, José. **GUIA COMPLETO: BIM 7D GESTÃO DAS INSTALAÇÕES.** Disponível em: <<https://utilizandobim.com/blog/bim-7d-gestao-das-instalacoes/>>. Acesso em: 10 Out 2021

DARÓS, José. **GUIA COMPLETO: BIM 8D SEGURANÇA.** Disponível em: <<https://utilizandobim.com/blog/bim-8d-seguranca/>>. Acesso em: 10 Out 2021

DARÓS, José. **GUIA COMPLETO: BIM 9D LEAN CONSTRUCTION.** Disponível em: <<https://utilizandobim.com/blog/bim-9d-lean-construction/>>. Acesso em: 10 Out 2021

DARÓS, José. **GUIA COMPLETO: BIM 10D CONSTRUÇÃO INDUSTRIALIZADA.** Disponível em: <<https://utilizandobim.com/blog/bim-10d-construcao-industrializada/>>. Acesso em: 10 Out 2021

DEGANI, Jonathan. **O IMPACTO E A IMPORTÂNCIA DA CONSTRUÇÃO CIVIL NO PAÍS.** Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/construcao-civil-no-pais/>>. Acesso em: 11 set. 2021.

FARIAS, Julio Cesar. **DECRETO BIM Nº10.306 DE 2020**. Disponível em: <<https://spbim.com.br/decreto-bim-2020/>>. Acesso em: 10 Ago 2021

FARIAS, Julio Cesar. **O QUE É O NAVISWORKS?** Disponível em: <<https://spbim.com.br/o-que-e-navisworks/>>. Acesso em: 30 Ago 2021

FERREIRA JR, Claudio Barboza; CORRÊA, Fabiano Rogerio. **CONSTRUÇÃO 4.0 - VIRTUALIZAÇÃO DO PROCESSO CONSTRUTIVO**. Disponível em: <<https://eventos.antac.org.br/index.php/tecsic/article/view/399>>. Acesso em: 10 Mai 2021

FURTADO, Lucas. **LOD – LEVEL OF DEVELOPMENT PARA PROJETOS BIM**. Disponível em: <<https://engenhariadigital.com/lod-level-of-development-para-projetos-bim/>>. Acesso em: 06 Set 2021

GARIBALDI, Bárbara. **LOD BIM (LEVEL OF DEVELOPMENT): TUDO QUE VOCÊ PRECISA SABER SOBRE O ASSUNTO**. Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/lod-bim/>>. Acesso em: 29 Ago 2021

GASPAR, João Lorenzo; TURRI, Natália. **REVIT PASSO A PASSO VOLUME I, VOLUME 1**. Disponível em: <<https://books.google.com.br/books>>. Acesso em: 12 Out 2021

GE, Xin Janet; LIVESEY, Peter; WANG, Jun; HUANG, Shoudong; HE, Xiangjian & ZHANG, Chengqi. **DECONSTRUCTION WASTE MANAGEMENT THROUGH 3D RECONSTRUCTION AND BIM: A CASE STUDY**. Publicado em: Ge et al. Visualization in Engineering (2017). Disponível em: <<https://viejournal.springeropen.com/articles>>. Acesso em: 05 Mai 2021

GNECCO, Verônica Martins. **BIM PARA GESTÃO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: ESTUDO DE CASO NA OBRA DO CRAS DO MUNICÍPIO DE BIGUAÇU/SC**. 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel Engenharia Civil). Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 2018.

GONÇALVES, Mariane. **POLÍTICA DOS 3R'S NA GESTÃO DE ENERGIA E UTILIDADES**. Disponível em: <<https://viridis.energy/pt/blog/politica-dos-3rs-na-gestao-de-energia-e-utilidades>>. Acesso em: 10 Ago 2021

GRILLETI, Laís. **INDÚSTRIA 4.0: AS OPORTUNIDADES DE NEGÓCIO DE UMA REVOLUÇÃO QUE ESTÁ EM CURSO**. Disponível em: <<https://endeavor.org.br/tecnologia/industria-4-0-oportunidades-de-negocio-de-uma-revolucao-que-esta-em-curso/>>. Acesso em: 20 Abr 2021

INBEC. **USO DO BIM SERÁ OBRIGATÓRIO A PARTIR DE 2021 NOS PROJETOS E CONSTRUÇÕES BRASILEIRAS**. Disponível em: <<https://inbec.com.br/blog/uso-bim-sera-obrigatorio-partir-2021-projetos-construcoes-brasileiras>>. Acesso em: 29 Mai 2021

LEI N.º 12.305, de 02 de agosto de 2010. Institui a Política Nacional de Resíduos Sólidos; altera a Lei n.º 9.605, de 12 de fevereiro de 1998; e dá outras providências. Diário Oficial da União. Brasília, DF, Brasil, 2010b. Disponível em: <http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2010/lei/l12305.htm>. Acesso em: 17 Abr 2021

LEI Nº 14.803, de 26 de junho de 2008. Dispõe sobre o Plano Integrado de Gerenciamento dos Resíduos da Construção Civil e Resíduos Volumosos e seus componentes, o Programa Municipal de Gerenciamento e Projetos de Gerenciamento de Resíduos da Construção Civil conforme previstos na Resolução CONAMA nº 307/2002, disciplina a ação dos geradores e transportadores destes resíduos no âmbito do Sistema de Limpeza Urbana do Município de São Paulo e dá outras providências. Diário Oficial da Cidade. São Paulo, SP, Brasil. 2008. Disponível em: < <https://cm-sao-paulo.jusbrasil.com.br/legislacao/709982/lei-14803-08>>. Acesso em: 19 Abr 2021

MATEUS, Vinícius Augsuto Castelo Branco. **OTIMIZAÇÃO DA GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL POR MEIO DE MODELAGEM MATEMÁTICA APLICANDO A TECNOLOGIA BIM**. 2019. Dissertação (Pós-Graduação em Engenharia de Produção). Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2019.

MATEUS, Vinicius Augusto Castelo Branco; SOUZA JR, Armando Araújo de. **GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL COM BASE NOS CONCEITOS DA INDÚSTRIA 4.0.** 2019. Artigo (Pós-Graduação – Mestrado em Engenharia da Produção). Universidade Federal do Amazonas. Manaus, 2019.

MODESTO, Leandro. **RESÍDUOS SÓLIDOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL: PLANOS PARA SUA REDUÇÃO, REUTILIZAÇÃO E RECICLAGEM NO DISTRITO FEDERAL.** 2014. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade de Brasília. Brasília, 2014.

MONTEIRO, Ana Caroline Nogueira; SOBRINHO JR, Antônio da Silva; CAVALCANTI, David Stewart Crispim & PEREIRA, Evelyne Emanuelle. **COMPATIBILIZAÇÃO DE PROJETOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL: IMPORTÂNCIA, MÉTODOS E FERRAMENTAS.** Disponível em: <<https://periodicos.iesp.edu.br/index.php/campodosaber/article/view/62>>. Acesso em: 10 Abr 2021

MORATO, José Rubens & CARDOSO, Luciana. **REPARABILIDADE DO DANO AMBIENTAL NO SISTEMA DARESPONSABILIZAÇÃO CIVIL: 25 ANOS DA LEI 6938/1981.** Disponível em: <<https://periodicos.ufsc.br/index.php/sequencia/article/view/15092>>. Acesso em: 10 Ago 2021

OLIVEIRA, Fabriccio de Almeida; MAUÉS, Luiz Mauricio Furtado; ROSA, Carolina Caldas Neves; SANTOS, Débora Gois & SEIXAS, Renato de Melo. **PREVISÃO DA GERAÇÃO DE RESÍDUOS NA CONSTRUÇÃO CIVIL POR MEIO DA MODELAGEM BIM.** Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/ac/a/jF5yPQhrtNWmtYGTxwBmpXw/?lang=pt>>. Acesso em: 10 Mai 2021

OVIEDO, Ricardo Hiato; MORATTI, Tathyana & CARDOSO, Francisco Ferreira. **DESAFIOS DA GESTÃO DA PRODUÇÃO NA CONSTRUÇÃO 4.0.** Publicado em: SIBRAGEC – XI Simpósio Brasileiro de Gestão e Economia da Construção, 2019. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/336926912_DESAFIOS_DA_GESTAO_DA_PRODUCAO_NA_CONSTRUCAO_40>. Acesso em: 10 Abr 2021

PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO PAULO. **CONTROLE DE TRANSPORTE DE RESÍDUOS ELETRÔNICO.** Disponível em:

<<https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/subprefeituras/amlurb/index.php?p=232825>>. Acesso em: 09 Set 2021

RESOLUÇÃO CONAMA N.º 275, de 19 de junho de 2001. Estabelece código de cores para diferentes tipos de resíduos na coleta seletiva. Disponível em: <<https://www.vgresiduos.com.br/blog/conama-275-2001/>>. Acesso em: 12 Out 2021

RESOLUÇÃO CONAMA N.º 307, de 05 de julho de 2002. Estabelece diretrizes, critérios e procedimentos para a gestão dos resíduos da construção civil. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/a3p/_arquivos/36_09102008030504.pdf>. Acesso em: 17 Abr 2021

SINDUSCON-SP. **GESTÃO AMBIENTAL DE RESÍDUOS DA CONSTRUÇÃO CIVIL - AVANÇOS INSTITUCIONAIS E MELHORIAS TÉCNICAS.** Disponível em: <<https://sindusconsp.com.br/biblioteca-do-sinduscon-sp-disponibiliza-manual-de-gestao-ambiental-de-residuos/>>. Acesso em: 12 Out 2021

SOUZA, Daniel Ramos de; ALVES, Larissa; SANTOS, Mickaelle Barbosa dos; ARAÚJO, Vitor Gonçalves; VASCONCELOS, Maycon Mickael Ribeiro & GENUÍNO, Írismar da Silva. **DIAGNÓSTICO DAS PERDAS DE MATERIAIS NA CONSTRUÇÃO CIVIL.** Tocantins, 2018. Disponível em: <<https://propi.ifto.edu.br/index.php/jice/9jice/paper/viewFile/9344/4135>>. Acesso em: 12 Ago 2021

QUINDERÉ, André. **PLATAFORMA BIM: QUAIS OS BENEFÍCIOS PARA A SUA EMPRESA.** Disponível em: <<https://www.sienge.com.br/blog/o-que-e-plataforma-bim-e-quais-os-beneficios/>>. Acesso em: 28 Ago 2021

VASCONCELOS, Alana Natália Sales. **A INFLUÊNCIA DA TECNOLOGIA BIM NA GERAÇÃO MINIMIZADA E GESTÃO DE RESÍDUOS SÓLIDOS DA**

INDÚSTRIA DE CONSTRUÇÃO CIVIL. 2016. Monografia (Graduação em Engenharia Civil). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2016.

VGRESÍDUOS. CONTROLE DE TRANSPORTE DE RESÍDUOS (CTR): PARA QUE SERVE E COMO PREENCHER? Disponível em: <<https://www.vgresiduos.com.br/amp/blog/control-de-transporte-de-residuos-ctr-para-que-serve-e-como-preencher/>>. Acesso em: 09 Set 2021.

8. Apêndices

APÊNDICE 1

PGRCC/BIM - TCC

Este questionário tem como objetivo o auxílio e captação de informações para elaboração do TCC.

Tema: BIM para Gestão de Resíduos.

Turma de Engenharia Civil - ECV8BN-MCB

1. Qual a sua profissão?

2. Em qual departamento você atua?

3. A empresa/construtora em que você trabalha pratica alguma estratégia sustentável de otimização de resíduos e melhorias de processos afim de possibilitar a redução dos entulhos? Qual?

4. A empresa/construtora em que você trabalha possui projeto de gerenciamento de resíduos (PGRCC)?

Marcar apenas uma oval.

☐ Sim

☐ Não

5. Se "sim" na pergunta anterior, qual é o departamento responsável pela elaboração do PGRCC?

6. Se "não", como é realizado o gerenciamento dos resíduos no canteiro de obra?

7. Quanto tempo geralmente é gasto para a elaboração do PGRCC?

8. Há muita diferença entre cálculos dos resíduos gerados estimados e os reais? Porque houve estas diferenças?

9. Na sua opinião, toda obra deveria realizar a gestão de resíduos? Por quê?

10. Na sua opinião, se houvesse uma forma de identificar a geração dos resíduos, ainda na fase de projetos, você acredita que diminuiria as perdas de material e a própria geração de resíduos na obra?

Marcar apenas uma oval.

☐ Sim

☐ Não

11. Qual o seu nível de conhecimento em BIM (Building Information Modeling)?

Marcar apenas uma oval.

☐ Básico

☐ Intermediário

☐ Avançado

12. Na empresa em que você trabalha é utilizado algum software BIM? Se sim, qual e para qual finalidade?

13. Na sua opinião, o BIM auxiliaria na gestão de resíduos? Como?

Este conteúdo não foi criado nem aprovado pelo Google.

Google Formulários

APÊNDICE 2

[illegible]

[illegible]

Código	Categoria	Família	Item	Objeto	Classe CONAMA	Índice de Perda (%)	Comprimento	Unid.	Largura	Unid. 2	Espessura	Unid. 3	Altura	Unid. 4	Perímetro	Unid. 5	Área	Unid. 6	Volume	Unid. 7
1.1.4	Peças hidrossanitárias																			
1.1.4.1	Peças hidrossanitárias	Deca_Shared_Assento_P.606																		
1.1.4.1.1	Peças hidrossanitárias	Deca_Shared_Assento_P.606	Assento plástico com slow close - Branco GE17				0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m²	0,000	m³
1.1.4.1.1.1	Peças hidrossanitárias	Deca_Shared_Assento_P.606	Assento plástico com slow close - Branco GE17	Descrição		0,00%	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m²	0,000	m³
1.1.4.1.1.2	Peças hidrossanitárias	Deca_Shared_Assento_P.606	Assento plástico com slow close - Branco GE17	Descrição (2)		0,00%	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m²	0,000	m³
1.1.4.2	Peças hidrossanitárias	Deca_Shared_Caixa Acoplada_P.606																		
1.1.4.2.1	Peças hidrossanitárias	Deca_Shared_Caixa Acoplada_P.606	Dual Flux 3 lpf / 6 lpf - Branco GE17				0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m²	0,000	m³
1.1.4.2.1.1	Peças hidrossanitárias	Deca_Shared_Caixa Acoplada_P.606	Dual Flux 3 lpf / 6 lpf - Branco GE17	Caixa acoplada para bacia		0,00%	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m²	0,000	m³
1.1.4.2.1.2	Peças hidrossanitárias	Deca_Shared_Caixa Acoplada_P.606	Dual Flux 3 lpf / 6 lpf - Branco GE17	Caixa acoplada para bacia (2)		0,00%	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m²	0,000	m³
1.2																				
1.2.1	Forros																			
1.2.1.1	Forros	Forro composto																		
1.2.1.1.1	Forros	Forro composto	Forro de gesso				0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	48,324	m	28,937	m²	1,649	m³
1.2.1.1.1.1	Forros	Forro composto	Forro de gesso	Forro composto	C	30,00%	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	8,510	m	3,833	m²	0,219	m³
1.2.1.1.1.2	Forros	Forro composto	Forro de gesso	Forro composto (2)	C	30,00%	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	39,814	m	25,103	m²	1,431	m³

[illegible]

Código	Categoria	Família	Item	Objeto	Classe CONAMA	Índice de Perda (%)	Comprimento	Unid.	Largura	Unid. 2	Espessura	Unid. 3	Altura	Unid. 4	Perímetro	Unid. 5	Área	Unid. 6	Volume	Unid. 7
1.2.4.2.1.1	Janelas	M_Fixo	Janela Maxim Air 0.60 x 0.80	M_Fixo	B	0,00%	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m²	0,000	m³
1.2.4.2.1.2	Janelas	M_Fixo	Janela Maxim Air 0.60 x 0.80	M_Fixo (2)	B	0,00%	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m²	0,000	m³
1.2.5	Modelos genéricos																			
1.2.5.1	Modelos genéricos	Pia esculpida com torneira.0001																		
1.2.5.1.1	Modelos genéricos	Pia esculpida com torneira.0001	Pia esculpida com torneira.0001				0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m²	0,090	m³
1.2.5.1.1.1	Modelos genéricos	Pia esculpida com torneira.0001	Pia esculpida com torneira.0001	Pia esculpida com torneira.0001		0,00%	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m²	0,045	m³
1.2.5.1.1.2	Modelos genéricos	Pia esculpida com torneira.0001	Pia esculpida com torneira.0001	Pia esculpida com torneira.0001 (2)		0,00%	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m²	0,045	m³
1.2.6	Paredes																			
1.2.6.1.1	Paredes	Parede básica	Parede Drywall				4,915	m	0,000	m	0,000	m	26,100	m	0,000	m	13,210	m²	1,188	m³
1.2.6.1.1.1	Paredes	Parede básica	Parede Drywall	Parede básica	C	10,00%	0,300	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	0,870	m²	0,078	m³
1.2.6.1.1.2	Paredes	Parede básica	Parede Drywall	Parede básica (2)	C	10,00%	0,790	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	2,291	m²	0,206	m³
1.2.6.1.1.3	Paredes	Parede básica	Parede Drywall	Parede básica (3)	C	10,00%	0,300	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	0,609	m²	0,055	m³
1.2.6.1.1.4	Paredes	Parede básica	Parede Drywall	Parede básica (4)	C	10,00%	0,900	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	2,349	m²	0,211	m³
1.2.6.1.1.5	Paredes	Parede básica	Parede Drywall	Parede básica (5)	C	10,00%	0,325	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	0,943	m²	0,085	m³
1.2.6.1.1.6	Paredes	Parede básica	Parede Drywall	Parede básica (6)	C	10,00%	0,300	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	0,870	m²	0,078	m³
1.2.6.1.1.7	Paredes	Parede básica	Parede Drywall	Parede básica (7)	C	10,00%	0,700	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	1,769	m²	0,159	m³
1.2.6.1.1.8	Paredes	Parede básica	Parede Drywall	Parede básica (8)	C	10,00%	0,300	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	0,609	m²	0,055	m³
1.2.6.1.1.9	Paredes	Parede básica	Parede Drywall	Parede básica (9)	C	10,00%	1,000	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	2,900	m²	0,260	m³

Código	Categoría	Familia	Item	Objeto	Clase CONAMA	Índice de Perda (%)	Comprimento	Unid.	Largura	Unid. 2	Espessura	Unid. 3	Altura	Unid. 4	Perímetro	Unid. 5	Área	Unid. 6	Volume	Unid. 7
1.2.6.1.2	Paredes	Paredé básica	Monocapa				60,355	m	0,000	m	0,000	m	68,700	m	0,000	m	149,854	m²	0,300	m³
1.2.6.1.2.1	Paredes	Paredé básica	Monocapa	Paredé básica	A	5,00%	2,800	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	5,874	m²	0,012	m³
1.2.6.1.2.2	Paredes	Paredé básica	Monocapa	Paredé básica (2)	A	5,00%	4,940	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	14,326	m²	0,029	m³
1.2.6.1.2.3	Paredes	Paredé básica	Monocapa	Paredé básica (3)	A	5,00%	4,465	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	12,943	m²	0,026	m³
1.2.6.1.2.4	Paredes	Paredé básica	Monocapa	Paredé básica (4)	A	5,00%	2,002	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	3,814	m²	0,008	m³
1.2.6.1.2.5	Paredes	Paredé básica	Monocapa	Paredé básica (5)	A	5,00%	1,665	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	4,829	m²	0,010	m³
1.2.6.1.2.6	Paredes	Paredé básica	Monocapa	Paredé básica (6)	A	5,00%	2,940	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	8,520	m²	0,017	m³
1.2.6.1.2.7	Paredes	Paredé básica	Monocapa	Paredé básica (7)	A	5,00%	2,640	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	5,410	m²	0,011	m³
1.2.6.1.2.8	Paredes	Paredé básica	Monocapa	Paredé básica (8)	A	5,00%	3,625	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	10,501	m²	0,021	m³
1.2.6.1.2.9	Paredes	Paredé básica	Monocapa	Paredé básica (9)	A	5,00%	2,640	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	5,670	m²	0,011	m³
1.2.6.1.2.10	Paredes	Paredé básica	Monocapa	Paredé básica (10)	A	5,00%	3,625	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	10,513	m²	0,021	m³
1.2.6.1.2.11	Paredes	Paredé básica	Monocapa	Paredé básica (11)	A	5,00%	1,200	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	1,494	m²	0,003	m³
1.2.6.1.2.12	Paredes	Paredé básica	Monocapa	Paredé básica (12)	A	5,00%	2,447	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	5,330	m²	0,011	m³
1.2.6.1.2.13	Paredes	Paredé básica	Monocapa	Paredé básica (13)	A	5,00%	6,775	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	17,448	m²	0,035	m³
1.2.6.1.2.14	Paredes	Paredé básica	Monocapa	Paredé básica (14)	A	5,00%	1,401	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	4,054	m²	0,008	m³
1.2.6.1.2.15	Paredes	Paredé básica	Monocapa	Paredé básica (15)	A	5,00%	1,000	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	2,900	m²	0,006	m³
1.2.6.1.2.16	Paredes	Paredé básica	Monocapa	Paredé básica (16)	A	5,00%	0,090	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	0,261	m²	0,001	m³
1.2.6.1.2.17	Paredes	Paredé básica	Monocapa	Paredé básica (17)	A	5,00%	2,757	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	6,015	m²	0,012	m³
1.2.6.1.2.18	Paredes	Paredé básica	Monocapa	Paredé básica (18)	A	5,00%	2,740	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	7,940	m²	0,016	m³
1.2.6.1.2.19	Paredes	Paredé básica	Monocapa	Paredé básica (19)	A	5,00%	4,350	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	6,511	m²	0,013	m³
1.2.6.1.2.20	Paredes	Paredé básica	Monocapa	Paredé básica (20)	A	5,00%	2,200	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	6,374	m²	0,013	m³
1.2.6.1.2.21	Paredes	Paredé básica	Monocapa	Paredé básica (21)	A	5,00%	0,122	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	0,354	m²	0,001	m³
1.2.6.1.2.22	Paredes	Paredé básica	Monocapa	Paredé básica (22)	A	5,00%	1,100	m	0,000	m	0,000	m	1,000	m	0,000	m	1,100	m²	0,002	m³

Código	Categoria	Família	Item	Objeto	Classe CONAMA	Índice de Perda (%)	Comprimento	Unid.	Largura	Unid. 2	Espessura	Unid. 3	Altura	Unid. 4	Perímetro	Unid. 5	Área	Unid. 6	Volume	Unid. 7
1.2.6.1.2.23	Paredes	Parede básica	Monocapa	Parede básica (23)	A	5,00%	0,118	m	0,000	m	0,000	m	1,000	m	0,000	m	0,115	m²	0,000	m³
1.2.6.1.2.24	Paredes	Parede básica	Monocapa	Parede básica (24)	A	5,00%	1,736	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	4,750	m²	0,010	m³
1.2.6.1.2.25	Paredes	Parede básica	Monocapa	Parede básica (25)	A	5,00%	0,976	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	2,807	m²	0,006	m³
1.2.6.1.3	Paredes	Parede básica	Emboço Fachada				54,863	m	0,000	m	0,000	m	29,450	m	0,000	m	114,422	m²	5,149	m³
1.2.6.1.3.1	Paredes	Parede básica	Emboço Fachada	Parede básica	A	5,00%	1,758	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	4,276	m²	0,192	m³
1.2.6.1.3.2	Paredes	Parede básica	Emboço Fachada	Parede básica (2)	A	5,00%	9,645	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	25,771	m²	1,160	m³
1.2.6.1.3.3	Paredes	Parede básica	Emboço Fachada	Parede básica (3)	A	5,00%	7,005	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	20,315	m²	0,914	m³
1.2.6.1.3.4	Paredes	Parede básica	Emboço Fachada	Parede básica (4)	A	5,00%	2,425	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	4,793	m²	0,216	m³
1.2.6.1.3.5	Paredes	Parede básica	Emboço Fachada	Parede básica (5)	A	5,00%	1,118	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	2,900	m²	0,131	m³
1.2.6.1.3.6	Paredes	Parede básica	Emboço Fachada	Parede básica (6)	A	5,00%	4,273	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	5,946	m²	0,268	m³
1.2.6.1.3.7	Paredes	Parede básica	Emboço Fachada	Parede básica (7)	A	5,00%	1,000	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	2,900	m²	0,131	m³
1.2.6.1.3.8	Paredes	Parede básica	Emboço Fachada	Parede básica (8)	A	5,00%	7,645	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	17,211	m²	0,774	m³
1.2.6.1.3.9	Paredes	Parede básica	Emboço Fachada	Parede básica (9)	A	5,00%	5,365	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	15,559	m²	0,700	m³
1.2.6.1.3.10	Paredes	Parede básica	Emboço Fachada	Parede básica (10)	A	5,00%	4,698	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	13,282	m²	0,598	m³
1.2.6.1.3.11	Paredes	Parede básica	Emboço Fachada	Parede básica (11)	A	5,00%	1,617	m	0,000	m	0,000	m	0,150	m	0,000	m	0,232	m²	0,010	m³
1.2.6.1.3.12	Paredes	Parede básica	Emboço Fachada	Parede básica (12)	A	5,00%	6,815	m	0,000	m	0,000	m	0,150	m	0,000	m	1,022	m²	0,046	m³
1.2.6.1.3.13	Paredes	Parede básica	Emboço Fachada	Parede básica (13)	A	5,00%	1,500	m	0,000	m	0,000	m	0,150	m	0,000	m	0,218	m²	0,010	m³
1.2.6.1.4	Paredes	Parede básica	Textura				44,863	m	0,000	m	0,000	m	29,000	m	0,000	m	113,661	m²	1,705	m³
1.2.6.1.4.1	Paredes	Parede básica	Textura	Parede básica	A	5,00%	1,640	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	4,276	m²	0,064	m³
1.2.6.1.4.2	Paredes	Parede básica	Textura	Parede básica (2)	A	5,00%	9,705	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	25,945	m²	0,389	m³
1.2.6.1.4.3	Paredes	Parede básica	Textura	Parede básica (3)	A	5,00%	7,065	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	20,445	m²	0,307	m³
1.2.6.1.4.4	Paredes	Parede básica	Textura	Parede básica (4)	A	5,00%	2,493	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	5,010	m²	0,075	m³
1.2.6.1.4.5	Paredes	Parede básica	Textura	Parede básica (5)	A	5,00%	1,030	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	2,857	m²	0,043	m³

Código	Categoria	Familia	Item	Objeto	Clase CONAMA	Índice de Perda (%)	Comprimento	Unid.	Largura	Unid. 2	Espessura	Unid. 3	Altura	Unid. 4	Perímetro	Unid. 5	Área	Unid. 6	Volume	Unid. 7
1.2.6.1.4.6	Paredes	Parede básica	Textura	Parede básica (6)	A	5,00%	4,155	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	5,772	m²	0,087	m³
1.2.6.1.4.7	Paredes	Parede básica	Textura	Parede básica (7)	A	5,00%	1,033	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	2,951	m²	0,044	m³
1.2.6.1.4.8	Paredes	Parede básica	Textura	Parede básica (8)	A	5,00%	5,428	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	15,783	m²	0,237	m³
1.2.6.1.4.9	Paredes	Parede básica	Textura	Parede básica (9)	A	5,00%	4,610	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	13,282	m²	0,199	m³
1.2.6.1.4.10	Paredes	Parede básica	Textura	Parede básica (10)	A	5,00%	7,705	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	17,341	m²	0,260	m³
1.2.6.1.5	Paredes	Parede básica	Chapisco				26,079	m	0,000	m	0,000	m	35,800	m	0,000	m	63,346	m²	0,317	m³
1.2.6.1.5.1	Paredes	Parede básica	Chapisco	Parede básica	A	5,00%	2,978	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	8,193	m²	0,041	m³
1.2.6.1.5.2	Paredes	Parede básica	Chapisco	Parede básica (2)	A	5,00%	1,665	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	2,721	m²	0,014	m³
1.2.6.1.5.3	Paredes	Parede básica	Chapisco	Parede básica (3)	A	5,00%	1,967	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	5,568	m²	0,028	m³
1.2.6.1.5.4	Paredes	Parede básica	Chapisco	Parede básica (4)	A	5,00%	1,283	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	3,073	m²	0,015	m³
1.2.6.1.5.5	Paredes	Parede básica	Chapisco	Parede básica (5)	A	5,00%	1,553	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	4,205	m²	0,021	m³
1.2.6.1.5.6	Paredes	Parede básica	Chapisco	Parede básica (6)	A	5,00%	1,678	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	4,408	m²	0,022	m³
1.2.6.1.5.7	Paredes	Parede básica	Chapisco	Parede básica (7)	A	5,00%	2,483	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	4,997	m²	0,025	m³
1.2.6.1.5.8	Paredes	Parede básica	Chapisco	Parede básica (8)	A	5,00%	3,649	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	10,322	m²	0,052	m³
1.2.6.1.5.9	Paredes	Parede básica	Chapisco	Parede básica (9)	A	5,00%	2,190	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	3,546	m²	0,018	m³
1.2.6.1.5.10	Paredes	Parede básica	Chapisco	Parede básica (10)	A	5,00%	0,971	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	2,409	m²	0,012	m³
1.2.6.1.5.11	Paredes	Parede básica	Chapisco	Parede básica (11)	A	5,00%	1,268	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	3,538	m²	0,018	m³
1.2.6.1.5.12	Paredes	Parede básica	Chapisco	Parede básica (12)	A	5,00%	3,295	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	9,266	m²	0,046	m³
1.2.6.1.5.13	Paredes	Parede básica	Chapisco	Parede básica (13)	A	5,00%	1,101	m	0,000	m	0,000	m	1,000	m	0,000	m	1,102	m²	0,006	m³
1.2.6.1.6	Paredes	Parede básica	Argamassa Colante				28,687	m	0,000	m	0,000	m	56,100	m	0,000	m	73,150	m²	0,731	m³
1.2.6.1.6.1	Paredes	Parede básica	Argamassa Colante	Parede básica	A	5,00%	1,268	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	3,029	m²	0,030	m³
1.2.6.1.6.2	Paredes	Parede básica	Argamassa Colante	Parede básica (2)	A	5,00%	2,813	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	8,135	m²	0,081	m³
1.2.6.1.6.3	Paredes	Parede básica	Argamassa Colante	Parede básica (3)	A	5,00%	1,545	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	2,677	m²	0,027	m³

Código	Categoria	Família	Item	Objeto	Classe CONAMA	Índice de Perda (%)	Comprimento	Unid.	Largura	Unid. 2	Espessura	Unid. 3	Altura	Unid. 4	Perímetro	Unid. 5	Área	Unid. 6	Volume	Unid. 7
1.2.6.1.6.4	Paredes	Parede básica	Argamassa Colante	Parede básica (4)	A	5,00%	1,967	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	5,539	m²	0,055	m³
1.2.6.1.6.5	Paredes	Parede básica	Argamassa Colante	Parede básica (5)	A	5,00%	0,328	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	0,928	m²	0,009	m³
1.2.6.1.6.6	Paredes	Parede básica	Argamassa Colante	Parede básica (6)	A	5,00%	0,903	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	2,596	m²	0,026	m³
1.2.6.1.6.7	Paredes	Parede básica	Argamassa Colante	Parede básica (7)	A	5,00%	1,218	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	3,058	m²	0,031	m³
1.2.6.1.6.8	Paredes	Parede básica	Argamassa Colante	Parede básica (8)	A	5,00%	0,875	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	2,538	m²	0,025	m³
1.2.6.1.6.9	Paredes	Parede básica	Argamassa Colante	Parede básica (9)	A	5,00%	0,303	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	0,827	m²	0,008	m³
1.2.6.1.6.10	Paredes	Parede básica	Argamassa Colante	Parede básica (10)	A	5,00%	1,493	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	4,191	m²	0,042	m³
1.2.6.1.6.11	Paredes	Parede básica	Argamassa Colante	Parede básica (11)	A	5,00%	1,520	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	4,394	m²	0,044	m³
1.2.6.1.6.12	Paredes	Parede básica	Argamassa Colante	Parede básica (12)	A	5,00%	2,325	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	4,939	m²	0,049	m³
1.2.6.1.6.13	Paredes	Parede básica	Argamassa Colante	Parede básica (13)	A	5,00%	1,995	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	3,502	m²	0,035	m³
1.2.6.1.6.14	Paredes	Parede básica	Argamassa Colante	Parede básica (14)	A	5,00%	0,873	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	2,366	m²	0,024	m³
1.2.6.1.6.15	Paredes	Parede básica	Argamassa Colante	Parede básica (15)	A	5,00%	0,303	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	0,856	m²	0,009	m³
1.2.6.1.6.16	Paredes	Parede básica	Argamassa Colante	Parede básica (16)	A	5,00%	0,710	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	2,059	m²	0,021	m³
1.2.6.1.6.17	Paredes	Parede básica	Argamassa Colante	Parede básica (17)	A	5,00%	0,302	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	0,826	m²	0,008	m³
1.2.6.1.6.18	Paredes	Parede básica	Argamassa Colante	Parede básica (18)	A	5,00%	3,649	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	10,322	m²	0,103	m³
1.2.6.1.6.19	Paredes	Parede básica	Argamassa Colante	Parede básica (19)	A	5,00%	3,200	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	9,271	m²	0,093	m³
1.2.6.1.6.20	Paredes	Parede básica	Argamassa Colante	Parede básica (20)	A	5,00%	1,100	m	0,000	m	0,000	m	1,000	m	0,000	m	1,100	m²	0,011	m³
1.2.6.1.7	Paredes	Parede básica	Cerâmica				28,375	m	0,000	m	0,000	m	56,100	m	0,000	m	72,497	m²	1,087	m³
1.2.6.1.7.1	Paredes	Parede básica	Cerâmica	Parede básica	A	3,00%	2,805	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	8,106	m²	0,122	m³
1.2.6.1.7.2	Paredes	Parede básica	Cerâmica	Parede básica (2)	A	3,00%	1,530	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	2,605	m²	0,039	m³
1.2.6.1.7.3	Paredes	Parede básica	Cerâmica	Parede básica (3)	A	3,00%	1,910	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	5,466	m²	0,082	m³
1.2.6.1.7.4	Paredes	Parede básica	Cerâmica	Parede básica (4)	A	3,00%	0,333	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	0,928	m²	0,014	m³
1.2.6.1.7.5	Paredes	Parede básica	Cerâmica	Parede básica (5)	A	3,00%	0,908	m	0,000	m	0,000	m	2,900	m	0,000	m	2,596	m²	0,039	m³

Código	Categoria	Família	Item	Objeto	Classe CONAMA	Índice de Perda (%)	Comprimento	Unid.	Largura	Unid. 2	Espessura	Unid. 3	Altura	Unid. 4	Perímetro	Unid. 5	Área	Unid. 6	Volume	Unid. 7
1.2.7.2	Peças hidrossanitárias	Deca_Bacia Sanitaria Carrara_P.606_Caixa Acoplada																		
1.2.7.2.1	Peças hidrossanitárias	Deca_Bacia Sanitaria Carrara_P.606_Caixa Acoplada	Dual Flux 3 lpf / 6 lpf - Branco GE17				0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m²	0,000	m³
1.2.7.2.1.1	Peças hidrossanitárias	Deca_Bacia Sanitaria Carrara_P.606_Caixa Acoplada	Dual Flux 3 lpf / 6 lpf - Branco GE17	Bacia com caixa acoplada	C	0,00%	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m²	0,000	m³
1.2.7.2.1.2	Peças hidrossanitárias	Deca_Bacia Sanitaria Carrara_P.606_Caixa Acoplada	Dual Flux 3 lpf / 6 lpf - Branco GE17	Bacia com caixa acoplada (2)	C	0,00%	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m²	0,000	m³
1.2.7.3	Peças hidrossanitárias	Deca_Chuveiro Acqua Plus Quadratta_1990.C.CT.QUA_Tubo de Borracha																		
1.2.7.3.1	Peças hidrossanitárias	Deca_Chuveiro Acqua Plus Quadratta_1990.C.CT.QUA_Tubo de Borracha	1990.C.CT.QUA_Cromado CR10				0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m²	0,000	m³
1.2.7.3.1.1	Peças hidrossanitárias	Deca_Chuveiro Acqua Plus Quadratta_1990.C.CT.QUA_Tubo de Borracha	1990.C.CT.QUA_Cromado CR10	Chuveiro	B	0,00%	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m²	0,000	m³
1.2.7.3.1.2	Peças hidrossanitárias	Deca_Chuveiro Acqua Plus Quadratta_1990.C.CT.QUA_Tubo de Borracha	1990.C.CT.QUA_Cromado CR10	Chuveiro (2)	B	0,00%	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m²	0,000	m³
1.2.7.4	Peças hidrossanitárias	Tanque 18L																		
1.2.7.4.1	Peças hidrossanitárias	Tanque 18L	Tanque 18L				0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m²	0,000	m³
1.2.7.4.1.1	Peças hidrossanitárias	Tanque 18L	Tanque 18L	Tanque 18L	C	0,00%	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m	0,000	m²	0,000	m³
1.2.8	Pisos																			
1.2.8.1	Pisos	Piso																		
1.2.8.1.1	Pisos	Piso	Contrapiso				0,000	m	0,000	m	0,315	m	0,000	m	109,532	m	86,770	m²	3,905	m³
1.2.8.1.1.1	Pisos	Piso	Contrapiso	Piso	A	5,00%	0,000	m	0,000	m	0,045	m	0,000	m	18,810	m	17,165	m²	0,772	m³

[illegible]